Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · A. KÜHN · M. v. LAUE
H. MARTIUS · R. W. POHL · W. WEIDEL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

45. JAHRGANG **HEFT 9** (ERSTES MAIHEFT) **1958**

INHALT

KURZE BERICHTE Seite

Das Leewellenproblem der Meteorologie. Von J. Zierep . . . 197
Die Nitratassimilation. Von H. Frank 200

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Elektronenoptische Beobachtungen über die Wirkungsnatur des nichtionisierbaren oberflächenaktiven Tumorauslösers Tween 60 in der Haut der Maus. Von K. Setälä und L. Stjernvall 203
Winkelverteilung und Wirkungsquerschnitt der Reaktion $Li^7(p, \alpha)\alpha$ unterhalb 600 keV. Von B. Conrad, V. König und U. Timm 204
Zur Messung des remanenten Magnetismus des dünnen Filmes. Von S. Yamaguchi 205
Ein Testbild zur Gütebeurteilung von Fernsehbildern und Projektionsoptiken. Von W. Kroebel 205
Präparationsmethode zur Untersuchung von Mineralkörnern mit Kernemulsion. Von G. Hoppe 206
Elektronenbeugung auf metamiktem Ampangabeit aus Madagaskar. Von V. Havel 206
Ein experimenteller Beweis für die Existenz der Kantenversetzungen an den Grenzen der Kristalle des angelassenen Martensits. Von A. Mašín 207
Neubestimmung der Kristallstruktur von Azurit, $Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$ Von G. Gattow und J. Zemann 208
Reduction Potentials of Conjugated Systems. Von (Miss) R. Bhattacharya und S. Basu 208
Elektrochemische Untersuchung der Reduktionsgleichgewichte von Metalloxyden. Von H. Peters und G. Mann 209
Das thermische Verhalten der Sulfide des Thalliums. Von F. Klanberg und H. Spandau 209
Dehydrating Decomposition of Alumina Trihydrate. Von T. Sato 210
On the Behaviour of the Cu(II)-histidine Complex. Von J. Császár, L. Kiss und M. T. Beck 210
Die Anwendung von Pyridinderivaten in der analytischen Chemie. Von H. Hartkamp 211
Über papierchromatographische Trennung von Trithionen. Von L. Jirousek 211

Seite

Notes on a Blue Fluorescent Substance in Urine. Von D. S. Stevens 212
Eine Verbesserung der Raymond-Reaktion auf Herzglykoside. Von K. Repke 212
Über die Wirkung des Lichtes und der Dunkelheit auf die „Substanz P" in der Retina. Von P. Stern und D. Kocic-Mitrovic 213
Zur Frage der Hitzeinaktivierung des Apyrasesystems der Karpfenmuskulatur. Von W. Partmann und G. Nemitz . . . 213
Polarographische Analyse des Neugeborenenblutes. Von L. Bukaresti und Cs. Hadnagy 213
Darstellung von B-Zellen in Pankreasinseln und von Neurosekret mit Pseudoisocyanin. Von T. H. Schiebler 214
Die Bildung von Acetylmethylcarbinol durch die Aktinomycete Streptomyces erythreus. Von V. Musílek und V. Ševčík . 215
Mikrobiologische Untersuchung des bakteriellen Säureabbaus im Wein. Von F. Radler 215
Inhibition of Growth of Yeasts by 2.3.5-Triphenyl Tetrazolium Chloride. Von Th. D. Brock 216
Einige Versuche mit dem Virus der klassischen Geflügelpest. Von Ch. Landschütz 216
Die Wirkung von Degranol, Senfnitrogen und Urethan auf die Atmung des Rattenlebergewebes. Von A. Kiss, Cs. Hadnagy, A. Eperjessy und J. Csegedi 217
Zur Wirkung von Thioctsäure auf den Mäuse-Ascites-Tumor. Von H. Lettré 217
Use of Hamster Cheekpouch in Cancer Chemotherapy. Von D. F. Stevens und E. Schwenk 218
Zur Funktion des Parietalauges der Blindschleiche Anguis fragilis (Reptilia; Lacertilia, Anguidae). Von Ch. Roth und R. Braun 218

BESPRECHUNGEN

B. Eck, Technische Strömungslehre. (Ref.: E. Becker) . . . 219
Atomic Energy and Agriculture. (Ref.: A. Scheibe) 220

Berichtigungen 220

Die Mechanisierung des Weltbildes

Von Dr. **E. J. Dijksterhuis**, a. o. Professor für Wissenschaftsgeschichte an den Universitäten zu Leiden und Utrecht, Bilthoven (Holland). Ins Deutsche übertragen von Helga Habicht, Heidelberg. Mit 47 Abbildungen. VII, 594 Seiten Gr.-8°. 1956. Ganzleinen DM 36.—

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung und jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anschrift der Redaktion:
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 130131) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinn der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Redaktionelle Hinweise

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat, und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen engbegrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind, und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Vom Ursprung und Ende der Metaphysik

Eine Studie zur Weltanschauungskritik

Von **Ernst Topitsch**
Professor an der Universität Wien

IV, 320 Seiten Gr.-8°. 1958. Ganzleinen DM 26.—

SPRINGER-VERLAG / WIEN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

45. Jahrgang | Heft 9 (Erstes Maiheft) | 1958

Das Leewellenproblem der Meteorologie

Von JÜRGEN ZIEREP, Aachen

Es soll hier über eine Aufgabe der dynamischen Meteorologie berichtet werden, die in jüngster Vergangenheit wiederholt Gegenstand theoretischer und experimenteller Untersuchungen geworden ist und deren Behandlung zur Zeit einen gewissen Abschluß erreicht hat. Wir beschränken uns dabei auf die theoretischen Arbeiten und erwähnen die Beobachtungsergebnisse nur beiläufig. Die Bedeutung des darzustellenden Problems für die Meteorologie liegt darin, daß es zu den wenigen nichttrivialen und dabei doch streng gelösten Randwertproblemen dieser Disziplin gehört und man daher Nutzen aus den Behandlungsmethoden auch für ähnliche Fragestellungen ziehen kann. Außerdem ist der Leewelleneffekt von Wichtigkeit für die Luftfahrt. Die World Meteorological Organisation (WMO) läßt über den Gegenstand der atmosphärischen Hinderniswellen eine Monographie abfassen, und der Verfasser ist auf deutscher Seite daran beteiligt.

Problemstellung und qualitative Behandlung

Den Leewellen liegt folgende Frage zugrunde: Wie verhält sich ein horizontaler Luftstrom, der ein Bodenhindernis überstreicht, in einer stabil geschichteten Atmosphäre? Hierzu eine Bemerkung über den Begriff *stabile Schichtung*[1]). Bringt man ein Luftquantum durch Verschiebung in der Vertikalen aus seiner ursprünglichen Ruhelage heraus und überläßt es sich selbst, so sind drei Fälle möglich: Es kehrt in seine Ruhelage zurück, oder es entfernt sich immer weiter von ihr, oder es verbleibt in der neuen Lage. Demgemäß spricht man von einem stabilen, labilen oder indifferenten Gleichgewicht (bzw. Schichtung). Uns interessiert vor allem der stabile Fall. Hier kommt es zu Schwingungen um die alte Ruhelage. Die mathematische Beschreibung erfolgt durch die Ungleichung

$$\gamma = -\frac{\partial T}{\partial z} < \gamma^* .$$

Es ist T = absolute Temperatur, z = vertikale Koordinate, γ = geometrischer Temperaturgradient = 0,6°C je 100 m im Mittel in der Troposphäre, γ^* = adiabatischer Gradient $\cong$ 1° C/100 m.

Damit sind bereits *qualitativ* die in Lee des Berges entstehenden Wellen erklärt; denn dadurch, daß wir ein Hindernis in den Luftstrom bringen, muß die Anströmung in der Vertikalen ausweichen. Die Stabilität der Schichtung und die Trägheit der Luftteilchen sorgen für Schwingungen in der Vertikalen, die durch die horizontale Grundströmung zu Wellen über und hinter dem Hindernis auseinander gezogen werden ([*16a*], S. 89). An dieser kleinen Überlegung treten bereits manche Eigenschaften zutage, die wir später bei der Besprechung der quantitativen Darstellungen wiederfinden werden. Wichtig ist allein, daß der ankommende Luftstrom in der Vertikalen Verschiebungen erleidet. Dies kann sowohl durch eine Hebung (Berg) als auch durch eine Senkung (Tal) verursacht werden. Doch ist dazu keineswegs ein materielles Hindernis Vorbedingung. Das Aufgleiten z. B. bei einem Kaltluftkeil kann von derselben Wirkung sein. Ja selbst eine Erwärmung eines Teiles der Grundebene kann bei einer horizontalen Strömung zu „Leewellen" führen.

Wir erkennen auch noch folgendes, wenn wir zu einem materiellen Hindernis zurückkehren: Der Effekt ist bei einem zweidimensionalen, senkrecht zur Anströmung liegenden Bergrücken sicher kräftiger als bei einem rotationssymmetrischen Bergkegel. Im ersten Fall muß nämlich der *gesamte* Luftstrom das Hindernis *überströmen*, und damit wird die *gesamte* Luft *gehoben*, während im zweiten Fall zum Teil eine Umströmung einsetzt und nur ein Teil gehoben werden muß.

Derartige Leewellen sind zuerst im Riesengebirge entdeckt und 1933 von W. HIRTH für den Segelflug zu Höhenrekorden ausgenutzt worden (siehe z. B. [*3*]). Sie sind mit außerordentlich starken Aufwinden verbunden. In den letzten 20 Jahren wurden derartige Wellenerscheinungen an allen größeren Gebirgszügen wiedergefunden. In den USA läuft ein großes Forschungsprojekt zum Studium der Erscheinung in den Rocky Mountains ([*2*] und die dort angegebene Literatur).

Die Theorie von LYRA

Eine erste Theorie dieser Erscheinung verdankt man LYRA [*4a, b*]. Er behandelte auf Anregung von PRANDTL den Fall einer stationären, reibungsfreien Strömung über ein zweidimensionales, rechteckförmiges[2]) Bodenhindernis. Die Anströmungsgeschwindigkeit U (in x-Richtung)

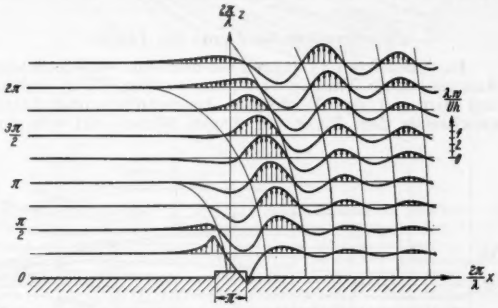


Fig. 1. Aufwindverteilung für einen zweidimensionalen Höhenzug rechteckförmigen Profils der Breite $\lambda/2$ und der Höhe h. $\lambda = 2\pi/l$; $l = (1/U)\cdot\sqrt{g(\gamma^* - \gamma)/\overline{T}}$. Dargestellt ist die Vertikalkomponente w der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen z. [Maßstab der dimensionslosen Größe $(\lambda w)/(Uh)$ auf der rechten Seite.] Weit links (Anströmung) ist $w = 0$. (Nach [*4b*])

wird als konstant vorausgesetzt. Weiterhin wird von der Erddrehung, Wärmekonvektion, Strahlung und Feuchtigkeit abgesehen. Die Bodenerhebung soll nur eine geringe Störung des ankommenden Luftstroms verursachen. Dadurch gelingt es, nach Linearisierung und Elimination, aus den zwei Eulerschen Gleichungen, der Kontinuitätsgleichung und dem Energiesatz eine Differentialgleichung für den Aufwind, d. h. für die Vertikalkomponente der Geschwindigkeit $w(x, z)$ herzuleiten:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial^2 w_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_1}{\partial z^2} + l^2 w_1 = 0; \quad w = w_1 \cdot e^{\frac{g - R\gamma}{2R\overline{T}} z}; \\ &l^2 = \frac{g}{U^2} \cdot \frac{\gamma^* - \gamma}{\overline{T}} . \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Hierbei ist g = Erdschwere, R = Gaskonstante, $\overline{T}$ = geeigneter Mittelwert der Temperatur in der Troposphäre (die anderen Symbole wurden bereits früher erklärt). Die z-Achse zeigt senkrecht nach oben.

Für die Wellengleichung (1) ist ein Randwertproblem zu lösen in der oberen Halbebene ($z \geq 0$). Am Boden ($z = 0$, $-\infty < x < +\infty$) sind die Werte w_1 bekannt. Das tangentiale Strömen über das flache Hindernis $z = \zeta_0(x)$ verlangt nämlich:

$$w_1(x, 0) = w(x, 0) = U \frac{d\zeta_0}{dx} . \quad (2)$$

[1]) Gemeint ist hier „trocken"-stabil. Das heißt, bei dem betrachteten Vorgang sehen wir zunächst von der Kondensation ab.

[2]) Dies stellt keine wesentliche Einschränkung der Theorie dar. Denn die über dem Hindernis liegenden Stromlinien flachen sich schnell ab.

Dadurch ist die Lösung w_1 für $z \geqq 0$ noch nicht eindeutig bestimmt. Eine Zusatzbedingung, auf die wir unten noch zurückkommen, gewährleistet die Eindeutigkeit, und es gelingt LYRA, das Aufwindfeld und damit jede andere Größe der Strömung anzugeben. Seine Lösung enthält bereits die entscheidenden Beobachtungsergebnisse, nämlich die Wellenform der Stromlinien in Lee des Hindernisses und damit die nahezu periodischen Auf- und Abwindfelder (Fig. 1 und 2).

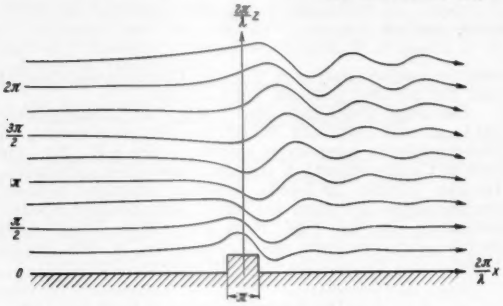


Fig. 2. Stromlinien für dasselbe Profil wie in Fig. 1 (nach [4b])

Erweiterungen der Lyraschen Theorie

In den letzten 15 Jahren ist nun von verschiedenen Autoren diese Theorie erweitert worden. Wir wollen uns hier auf das Wichtigste beschränken und dabei gleichzeitig dem Leser vor Augen führen, auf was für Schwierigkeiten man stößt, wenn man eine solche Theorie bis zur quantitativen Übereinstimmung mit dem Großversuch in der Atmosphäre führen will.

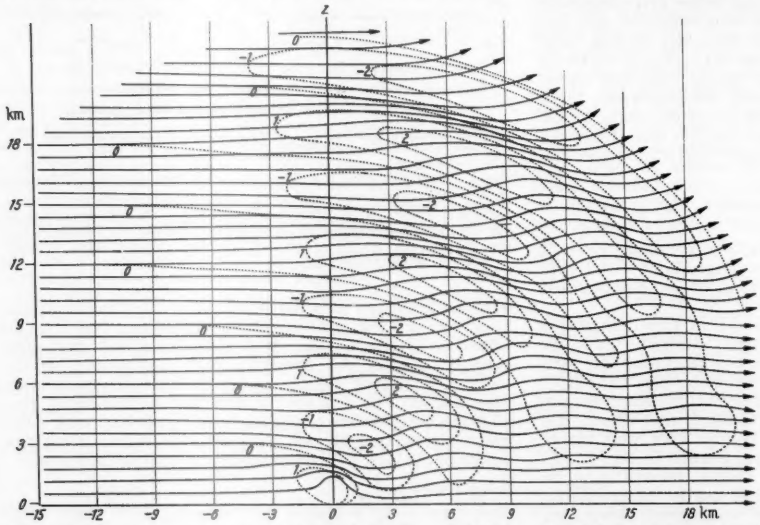


Fig. 3. Stromlinien (ausgezogen) und Linien gleicher Stromlinienhebung (punktiert) bei einem Buckelhindernis für $\lambda = 6$ km, $U = 12$ m/sec (nach [9a]). Die Einheit der Stromlinienhebung entspricht etwa 240 m. Aus der Theorie läßt sich ableiten, daß die punktierten Linien zugleich die *Kurven konstanten Rotors* sind. Man beachte, daß bei diesen *baroklinen* Vorgängen der Rotor nicht längs Stromlinien konstant ist

Zunächst wurde im Anschluß an LYRA für das Bodenhindernis, das dort als rechteckförmig angenommen wurde, eine Form gewählt, die den vorkommenden Verhältnissen besser entspricht ([9a], [12a, b, c], [16a]). Es wurde ein Buckelhindernis (Fig. 3) der Gestalt

$$\zeta_0(x) = \frac{a^2 b}{b^2 + x^2} = a^2 \, Re \int_0^\infty e^{ikx - kb} \, dk \qquad (3)$$

genommen[1]). Dieses Profil hat die weitere Annehmlichkeit, daß sich die Lösung von (1) mit (2) und (3) nach Trennung der Variablen x und z vermöge eines Produktansatzes in integraler Form sofort hinschreiben läßt:

$$w_1(x, z) = U a^2 \frac{\partial}{\partial x} \int_0^\infty e^{ikx - kb - \sqrt{k^2 - l^2} z} \, dk. \qquad (4)$$

Die Auswertung dieses Integrals kann auf funktionentheoretischem Wege erfolgen. In (4) bleibt zunächst das Vorzeichen der Wurzel im Exponenten für $0 \leqq k \leqq l$ unbestimmt und damit wird man wie bei LYRA sofort auf das Problem der Eindeutigkeit der Lösung der Wellengleichung (1) für $z \geqq 0$ geführt. LYRA [4b] beweist die Eindeutigkeit seiner Lösung einmal unter der Voraussetzung der Monotonie der Leewellen in Luv und zum zweiten nach Einführung kleiner Reibungskräfte, die später nach Null geschickt werden (Rayleighsches Limitierungsverfahren). Dem Verfasser [16b] ist es gelungen, durch Anwendung der Sommerfeldschen Ausstrahlungsbedingung

$$\left.\begin{array}{l} \lim\limits_{r \to \infty} \sqrt{r} \left(\frac{\partial w_1}{\partial r} - i \, l \, w_1 \right) = 0 \quad \text{für} \\ 0 < \varphi < \pi \, (r = \sqrt{x^2 + z^2}, \; \varphi = \operatorname{arctg} z/x, \; i = \sqrt{-1}) \end{array}\right\} \qquad (5)$$

auf das Integral in der Form (4) die eindeutige Lösung zu bestimmen. Der Verfasser zeigte zunächst, daß der Funktion w_1 eine ganz bestimmte physikalische Bedeutung zukommt und somit w_1 notwendigerweise der Bedingung (5) im Unendlichen genügen muß. Die Lösung des Verfassers stimmt in dem Grenzfall $b \to 0$ mit der von LYRA vermöge der Monotoniebedingung gewonnenen Lösung überein. (Im allgemeinen Fall kann keine Übereinstimmung erwartet werden, da ja die benutzten Bodenformen verschieden sind!) Diese Ausstrahlungsbedingung ist den Mathematikern in Zusammenhang mit der Wellengleichung wohlbekannt (siehe hierzu die einschlägigen Eindeutigkeitssätze von SOMMERFELD [13], MAGNUS [5] und RELLICH [10]) und ist hier zum erstenmal auf ein meteorologisches Randwertproblem angewandt worden.

Wir kommen nun zu den Fragestellungen, die dadurch entstehen, daß man die *die Atmosphäre betreffenden* Voraussetzungen der Theorie von LYRA so abwandelt, daß eine bessere Anpassung an die wirklichen Verhältnisse erreicht wird. An erster Stelle ist hier die mit der Höhe z veränderliche Anströmung $U = U(z)$ zu nennen. Dann kommt der Einfluß der Stratosphäre. Bei großer horizontaler Ausdehnung des Strömungsfeldes muß weiterhin die Corioliskraft berücksichtigt werden. Auch sind die Einflüsse von Strahlung, Wärmekonvektion, Feuchtigkeit sowie innerer und äußerer Reibung abzuschätzen. Was die ersten drei Punkte anbelangt, so sieht man mittlerweile recht klar. Wir erläutern die Problemstellungen und verweisen im übrigen auf die Literatur. Bei $U = U(z)$ bekommt man die Differentialgleichung (1) mit einem von z abhängigen Koeffizienten von w_1[2]):

$$\frac{\partial^2 w_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_1}{\partial z^2} + \left(- \frac{d^2 U / d^2 z}{U} + \frac{g}{U^2} \frac{\gamma^* - \gamma}{T} \right) w_1 = 0. \qquad (6)$$

[1]) Von MERBT [7a] wird (1) in elliptischen Koordinaten separiert. Dadurch kommt man ebenfalls zu einer großen Klasse günstiger Bodenprofile.

[2]) Im allgemeinen Fall kann natürlich jetzt auch ein Temperaturprofil $T = T(z)$ berücksichtigt werden.

Diese Differentialgleichung ist vom Verfasser für ein Grenzschichtprofil [*16a*] und von zahlreichen Autoren ([*12a*], [*15a*], [*8a*]) für linear mit der Höhe zunehmende und auch allgemeinere Profile behandelt worden (Fig. 4)[1]. Die Ausbildung einer *stationären* Strömung ist auch in diesem allgemeinen Fall evident. Denn einerseits sind sowohl die beiden Funktionen des Grundfeldes $U(z)$ und $T(z)$ als auch die Randbedingung am Boden von der Zeit unabhängig (stationär), und andrerseits enthalten die reibungsfreien Strömungsdifferentialgleichungen keine Bedingungen für $U(z)$ und $T(z)$. In allen behandelten Fällen wurde eine mehr oder weniger beträchtliche Abweichung gegenüber dem Fall $U = \text{const}$ festgestellt. Von Scorer [*12a*] und Lyra [*4c*] werden die Profile $U(z)$ untersucht, für die $-\frac{U''}{U} + \frac{g}{U^2}\frac{\gamma^* - \gamma}{T} = \text{const} = \alpha^2$ wird und man damit wieder zum alten Fall eines konstanten Koeffizienten von w_1 in (6) gelangt. Der Verfasser hat überdies ein Verfahren skizziert, das die angenäherte Berechnung des w_1-Feldes bei beliebigen $U(z)$ gestattet [*16d, e*].

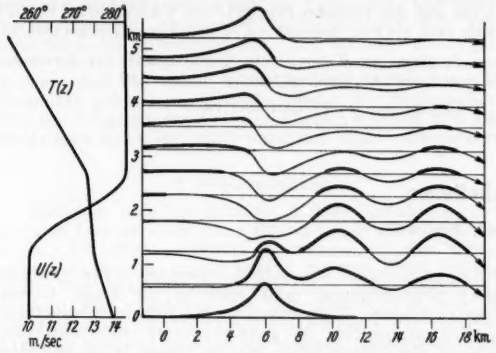


Fig. 4. Stromlinien bei Berücksichtigung eines Temperatur- und Geschwindigkeitsprofils der Grundströmung (nach [*12a*]). Stromlinien dick ausgezogen über dem Ausgangsniveau. Links Verlauf der Temperatur $T(z)$ und der Anströmgeschwindigkeit $U(z)$ mit der Höhe z

Liegt ein kräftiges Hindernis vor, so reicht dessen Einfluß bis in die Stratosphäre hinauf, und es entsteht die wichtige Frage, ob die Leewellen dort noch von Bedeutung sind. Die Trennfläche zwischen Troposphäre ($\gamma = 0{,}6°$ C/100 m) und Stratosphäre ($\gamma = 0°$ C/100 m), die Tropopause, wird bei der mathematischen Behandlung als interne Grenzfläche angesehen, längs deren die kinematische und dynamische Bedingung zu erfüllen sind (d.h., die Tropopause ist Stromlinie, und der Druck geht stetig hindurch!). Es ergibt sich für die Aufwinddifferentialgleichung ein sog. Zweischichtenproblem, das vom Verfasser [*16f*] explizite gelöst wurde. Das Wellenfeld in der Stratosphäre ist damit bekannt und die ausgerechnete Stärke beachtlich. In Analogie zur Optik kann man einen Reflexions- und Brechungskoeffizienten für die Troposphärenwellen definieren, der angibt, was von diesen Wellen an der Tropopause wieder nach unten reflektiert und was nach oben durchgelassen (gebrochen) wird. Damit ist man in der Lage, bei einer bestimmten Wetterlage leicht zu beurteilen, wie stark die Aufwindfelder in der Stratosphäre sind.

Was die Corioliskraft betrifft, so hat man zunächst die Größe des horizontalen Gebietes abgeschätzt [*7b*], innerhalb deren die Wirkung derselben vernachlässigt werden kann. Bei einer strengen Betrachtung bleibt die Strömung nicht mehr zweidimensional, sondern weicht beim Überströmen des Hindernisses aus der Vertikalebene hinaus ([*9a*], [*1a, b*], [*11*]).

Wesentliche Erweiterungen der Lyraschen Theorie sind aber auch noch in ganz anderer Richtung durchgeführt worden. So hat man in jüngster Zeit *das dreidimensionale Problem* der Leewellenströmung bei einem rotationssymmetrischen Berg studiert ([*12d*], [*15b*]). Die Aufwindfelder sind schwächer als im zweidimensionalen Fall, und sie sind hufeisenförmig in Lee gebogen (Fig. 5).

Eine interessante Erweiterung betrifft auch die durch *Erwärmung der Grundfläche* ausgelösten Leewellen [*6*]. Hier wirkt der Auftrieb der erwärmten Luft in derselben Richtung wie ein Bodenhindernis. Häufig kommt es zu einer Überlagerung des Hindernis- und des Erwärmungseffektes. Auch die *instationären Leewellenströmungen* sind weitgehend untersucht worden. Auf der einen Seite betrachtete man die Änderung des stationären Lyra-Aufwindfeldes bei zeitlich langsam zunehmender (oder abnehmender) Grundströmungsgeschwindigkeit [*16g, h*]. Die Aufwindfelder kommen dann ebenfalls langsam in Bewegung, und man kann Schlüsse auf die Stabilität der Leewellenerscheinung ziehen. Andererseits hat man auch den *Anlaufvorgang* betrachtet [*8b*], d.h. die Entstehung

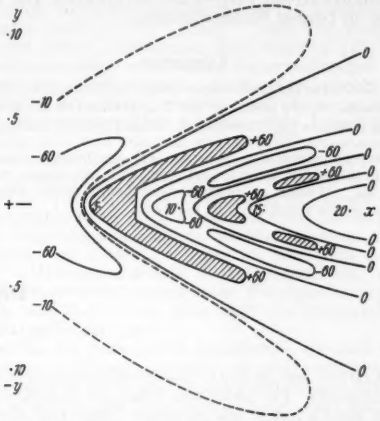


Fig. 5. Aufwindfeld für ein rotationssymmetrisches Hindernis in der Höhe $z = 2$. Die Anströmung kommt von links. Schraffiert sind die Aufwindgebiete. Es bedeuten: 100 dimensionslose Einheiten der Vertikalgeschwindigkeit 45,7 cm sec^{-1}, 1 dimensionslose Längeneinheit 1,67 km. Anströmungsgeschwindigkeit = 20 m sec^{-1}, $\gamma = +0{,}65°$ C/100 m, Höhe des Hindernisses = 1 km, Halbwertsbreite = 1 km (nach [*15*])

des Aufwindfeldes, wenn die Anströmung von der Ruhe aus beginnt. Aus Gründen der einfacheren mathematischen Behandlung werden in [*8b*] folgende Anfangsbedingungen gestellt:

$$U = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ U_0 = \text{const} & t \geq 0. \end{cases}$$

Auch auf diesem Wege ist man an das oben diskutierte Eindeutigkeitsproblem der stationären Lösung herangekommen. Denn die sich bei diesem instationären Vorgang für $t \to \infty$ einstellende Strömung sollte mit der stationären Lösung für die Anströmung U_0 übereinstimmen.

Zum Abschluß weisen wir noch auf zwei interessante Probleme hin. Es sind das die *Rotoren* und die Beziehungen der Leewellen zum vieldiskutierten *jet-stream* (= Strahlstrom).

Unter den Aufwindfeldern in Lee beobachtet man häufig Wirbelströmungen (Rotoren) von großer Intensität, die oft bis in die Höhe des Hindernisses heraufreichen (manchmal wird diese sogar noch überschritten!). Sie verdanken ihre Entstehung sicher der Reibung. Eine vollständige Theorie dieser Erscheinungen gibt es zur Zeit nicht, da die Berücksichtigung der Reibungsglieder und der Haftbedingung am Boden große Schwierigkeiten bereitet [*9b, c*]. Lyra [*4b*] erklärte diese Erscheinungen durch Betrachtung des Druckes der reibungsfreien Strömung in Lee in Bodennähe. Dieses Druckfeld wird der bodennahen Reibungsschicht von oben aufgeprägt und gibt Anlaß zur Bildung dieser Rotor-Strömungen.

Nun noch ein paar Worte zum jet-stream. Rechnet man sich bei den Leewellen nicht den Aufwind $w(x, z)$, sondern die Horizontalkomponente der Geschwindigkeit

[1] Bezüglich allgemeiner Betrachtungen betreffend (6) s. Zierep [*16c*].

$U + u(x, z)$ aus[1]), so findet man, daß diese Größe, als Funktion von z betrachtet, hinter dem Hindernis in der oberen Troposphäre (etwa 6 bis 8 km) ein ausgeprägtes Maximum besitzt, wie es einem Strahl entspricht. Hinzukommt die merkwürdige Feststellung, die der Verfasser [*16f*] machte, daß über dem Hindernis (beim Zweischichtenproblem) die Tropopause nicht nach oben, sondern nach *unten* gezogen wird[2]). Faßt man das Hindernis und die Tropopause als Begrenzung auf, so liegt das vor, was man eine Düse nennt und die horizontale Strömung wird beim Durchgang beschleunigt. Beim jet-stream, der häufig in der Gegend der Rocky Mountains beobachtet wurde, liegt qualitativ etwas ganz Entsprechendes vor. Nur sind natürlich die Größenordnungen andere. Bei uns handelt es sich lediglich um eine *Störung* der Grundströmung, und wir können deshalb bei diesem Phänomen natürlich keine quantitativen Vergleiche durchführen. Die Tendenz ist aber in beiden Fällen dieselbe.

Literatur

[*1*] Görtler, H.: a) Z. angew. Math. u. Mechan. **21**, 279 (1941). b) Naturwiss. **29**, 473 (1941). — [*2*] Klemperer, W. B.: Z. Flugwiss. **1956**, 169 u. 335. — [*3*] Küttner, J.: Beitr. Physik fr. Atmosphäre **25**, 79 (1938). — [*4*] Lyra, G.: a) Beitr. Physik fr. Atmosphäre **26**, 197 (1940). — b) Z. angew. Math. u. Mechan. **23**, 1 (1943). — c) OSTIV-Vortrag, Madrid 1952. — [*5*] Magnus, W.: Abh. Math. Sem. Univ. Hamburg **16**, H. 1/2 (1949). — [*6*] Malkus, J. S., u. M. E. Stern: J. Met. **10**, 30, 105 (1953). — [*7*] Merbt, H.: a) OSTIV-Vortrag, Madrid 1952. — b) Z. Meteor. **2**, 330 (1948). — [*8*] Palm, E.: a) Univ. of California, Los Angeles, Dept. of Meteorology, Rep. No. 3, 1955. — b) Astrophysica Norvegica **5**, No. 3, 61 (1953). — [*9*] Queney, P.: a) Misc. Rep. Meteor. **23** (1947), Univ. of Chicago. — b) Tellus **7**, 367 (1955). — c) Univ. of California, Los Angeles, Dept. of Meterology, Rep. No. 1, 1954. — [*10*] Rellich, F.: Jb. dtsch. Math. Ver. **1943**, 55. — [*11*] Rothstein, W.: Z. angew. Math. u. Mechan. **23**, 72 (1943). — [*12*] Scorer, R. S.: Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. a) **75**, 41 (1949); b) **79**, 70 (1953); c) **80**, 418 (1954); d) **82**, 75 (1956). — [*13*] Sommerfeld, A.: Jb. dtsch. Math. Ver. **1912**, 21. — [*14*] Stümke, H.: Beitr. Physik fr. Atmosphäre **26**, 207 (1940). — [*15*] Wurtele, M. G.: a) OSTIV-Vortrag, Madrid 1952. — b) Beitr. Physik d. Atmosphäre **29**, 242 (1957). — [*16*] Zierep, J.: a) Ber. dtsch. Wetterdienst. US-Zone, Nr. **35**, 85 (1952). — b) Beitr. Physik d. Atmosphäre **29**, 143 (1957). — c) OSTIV-Vortrag, Madrid 1952. — d) Z. Flugwiss. **1**, 9 (1953). — e) Jb. wiss. Ges. Luftfahrt **1953**, 76. — f) Beitr. Physik d. Atmosphäre **29**, 10 (1956). — g) Jb. wiss. Ges. Luftfahrt **1954**, 311. — h) Vortrag auf der U.G.G.I. Rom 1954. Sci. Proc. Internat. Ass. of Meteorology, London **1956**, 260.

[1]) Dies ist zuerst von Stümke [*14*] durchgeführt worden.

[2]) Ein ähnlicher Effekt liegt vor bei Strömungen mit freier Oberfläche. (Wasser in offenen Gerinnen.) Siehe hierzu z. B. Prandtl, Strömungslehre, Fig. 86, S. 92.

Institut für Theoretische Gasdynamik der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt e. V., Aachen

Eingegangen am 23. Dezember 1957

Die Nitratassimilation

Von Hanns Frank, Karlsruhe

Das Nitrat-Ion ist die höchste stabile Oxydationsstufe des Stickstoffs. Es bildet mit allen im Boden vorkommenden Metall-Ionen leichtlösliche Salze und unterliegt damit einerseits der Gefahr der Auswaschung, andererseits ist es aber auch für die pflanzliche Ernährung gut zugänglich. Als Sekundärprodukt im Boden — genau wie das Phosphat — ist es stets organismischen Ursprungs. Der Luftstickstoff N_2 kann als weitgehend inertes Gas nur von einer kleinen Anzahl spezialisierter Mikroorganismen assimiliert werden. Die N_2-Binder sind — sei es als Substrat, sei es als Symbionten — die N-Quelle für eine ganze Anzahl Pflanzen, die ihrerseits wieder die Stickstoffnahrung vieler Tiere darstellen; man denke nur an die Hülsenfrüchtler. Über die Pflanzen- und Tierleichen, über tierische Exkremente gelangt der Stickstoff in Form von Aminoverbindungen in den Boden. Hier beginnt der bekannte Kreislauf, der von den Fäulniserregern, den Saprophyten, „in Gang gesetzt" wird. Es entsteht Ammoniak, das den sog. nitrifizierenden Bakterien, vor allem Arten der Gattung *Nitrosomonas*, als Energiequelle dient. $2\,NH_3 + 3\,O_2 \rightarrow 2\,HNO_2 + 2\,H_2O + 158$ kcal; Das entstandene Nitrit wird von Vertretern der Gattung *Nitrobacter* unter Freisetzung geringerer Energiemengen zum Nitrat aufoxydiert, das dann *die* Stickstoffquelle für die höheren Pflanzen ist. $2\,HNO_2 + O_2 \rightarrow 2\,HNO_3 + 43$ kcal; bei diesen Umsetzungen dienen die N-Verbindungen *nicht* als Nährstoffe, sondern als Energiequelle; es handelt sich also vom physiologischen Gesichtspunkt aus nicht um die Umkehrung der Nitratreduktion!

Ein Teil des entstandenen Nitrates geht durch die Tätigkeit denitrifizierender Organismen für die Pflanzenernährung wieder verloren, weil unter Energiegewinn gasförmiger, molekularer Stickstoff entsteht. Als Musterbeispiel hierfür sei *Thiobacter denitrificans* angeführt, der Nitrat als Sauerstoffdonator für die Oxydation von elementarem Schwefel benützt und mit der gewonnenen Energie seinen Stoffwechsel in Gang hält. $6\,KNO_3 + 5\,S + 2\,H_2O \rightarrow K_2SO_4 + 4\,KHSO_4 + 3\,N_2 + 574$ kcal; pro Mol verbrauchten Nitrates werden also 96 kcal gewonnen. Solche zu N-Verlusten führenden Prozesse sind aber bei der Betrachtung des Gesamt-Stickstoffhaushaltes der Natur für die Endbilanz praktisch bedeutungslos [*39*].

Die verschiedenen Zwischenprodukte auf dem Wege vom Eiweiß, das im Boden abgebaut wird, sind zwar den Pflanzen auch zugänglich, aber sie werden nicht in dem Maße ausgenützt, wie man es erwarten sollte. So sind etwa Sonnenblumen oder Mais in der Lage, Glycin, Asparaginsäure, Glutaminsäure und Arginin aufzunehmen und zu assimilieren. Als ausschließliche Stickstoffquellen können die Aminosäuren aber in keiner Weise mit dem „Wirkungsgrad" des Nitrats konkurrieren [*32*]. Lediglich Ammonium ist für viele Pflanzen gut assimilierbar, doch scheinen die Mikroorganismen als allgegenwärtige Nutznießer der Bodenfeuchte den höheren Pflanzen hier zuvorzukommen. Sie greifen Nitrat im allgemeinen nicht an, solange sie Ammonium erreichen können, wie aus eigenen Untersuchungen mit verschiedenen Bakterien und Pilzen hervorgeht. Eine ähnliche Beobachtung konnten auch Azim und Roberts [*3*] bei *Azotobacter vinelandii* machen. Dieser Organismus beendete, wenn er von einem stickstofffreien Substrat in eine Nährlösung mit gebundenem Stickstoff überführt wurde, schlagartig die Assimilation von N_2. Es dauerte aber noch einige Zeit, bis er mit der Assimilation des gebotenen NO_3^-- oder NH_4^+-Stickstoffs begann.

Tritt in der Ernährung höherer Pflanzen ein Mangel an Schwefel ein, so läuft die Nitrataufnahme nach Angaben von Bersin [*4a*] zwar noch weiter, es tritt aber eine Anhäufung in der Zelle ein. Die Nitratreduktion ist demnach in ähnlicher Weise gehindert, wie auch der Kohlenhydratabbau dadurch verlangsamt wird.

Schulze (1900) und Prianishnikov (1910) (zit. bei [*34*]) äußerten ganz klar, daß bei der Nitratassimilation die Transformation der Stickstoffsubstanzen in der Zelle über das Ammonium laufen müsse. Auf dem Wege dieser Reduktion mußten eine Reihe von Zwischenstufen angenommen werden, die einesteils energetisch möglich, andernteils aber auch physiologisch tragbar waren. So kam man zu der bekannten Reduktionsreihe, die seit der Arbeit von Corbert [*9*] auch allgemeine Anerkennung fand. Ihm gelang es damals, bei der Untersuchung des umgekehrten Vorganges, bei der bakteriellen Oxydation von Ammonium, das Hydroxylamin und die untersalpetrige Säure analytisch zu fassen.

$$NO_3^- \rightleftarrows NO_2^- \rightleftarrows (NOH)_2 \rightleftarrows NH_2OH \rightleftarrows NH_4^+.$$

Gedanklich macht es Schwierigkeiten, sich zeitliches Nebeneinander von Nitrit als erster Reduktionsstufe und Hydroxylamin, organischen Aminen, Aminosäuren oder Ammonium vorzustellen, ohne daß eine van Slyke-Reaktion ablaufen soll, die zwangsläufig zu einem Stick-

stoffverlust für die Zelle führen muß [13]. Man durfte also nicht erwarten, daß die Zwischenglieder leicht faßbar sein würden, denn sie konnten wegen ihrer bekannten hohen chemischen Reaktivität nicht langlebig sein. Die Folgen einer, wenn auch nur vorübergehenden Anhäufung von Nitrit sind erwähnt, aber auch Hyponitrit oder Hydroxylamin müßten den Zellstoffwechsel schwer schädigen.

Ein Fall eines freiwillig erfolgenden Stickstoffverlustes, der nur auf die beschriebene Weise verständlich ist und zu einem Energiegewinn wie auch zu einem Kohlenhydratzuwachs führt, scheint von GREGG und BRONSWEIG [15] während der Kulminationsphase des Schleimpilzes *Dictyostelium* beobachtet worden zu sein. Unter dauernder Abnahme des Gesamtstickstoffs wurde der Polysaccharidmantel um den sich bildenden Sporocarpienstiel auf Kosten des Eiweißes aufgebaut.

Die chemische Möglichkeit wie auch der stoffwechselphysiologische Nachweis von Reaktionen der bei der Nitratassimilation auftretenden Zwischenglieder machen manchen mißglückten Versuch verständlich, die Intermediärprodukte analytisch zu fassen. Bei Arbeiten in dieser Richtung erwies sich die Anwendung von Stoffwechselblockern, etwa von Natriumfluorid zur Verhinderung der Nitritreduktion [24], als sehr fruchtbar. Nach allem, was bekannt ist, muß also angenommen werden, daß die schon aus energetischen Gründen an Fermente gebundenen Zwischenstufen der Nitratreduktion im Zellmilieu so rasch durchlaufen werden, daß Anhäufungen freier Produkte praktisch nicht vorkommen.

1. *Nitratreduktion*

Man war sich klar darüber, daß die Reduktion eines stabilen Oxydes nicht ohne fermentative Hilfe ablaufen kann. Als erster beschrieb ECKERSON [10] die Nitratreduktase, die den ersten Schritt bis zum Nitrit katalysiert. Der Autor arbeitete mit einem Brei pflanzlicher Gewebe, und es scheint noch nicht gesichert zu sein, ob die Reduktion wirklich auf ein Ferment der höheren Pflanzen oder auf daneben vorhandene Mikroorganismen zurückgeführt werden muß. Seine Versuche wurden mit verbesserten Methoden wiederholt.

STICKLAND [35] konnte zeigen, daß nicht nur Bakteriensuspensionen Nitrat zu Nitrit reduzieren können, sondern daß auch wirklich zellfreie Extrakte dazu fähig sind. Die Nitratreduktase, das katalysierende Ferment, wurden dann von EVANS und NASON [12] isoliert und beschrieben. Sie gewannen es aus den Blättern von *Soja hispida* und aus *Neurospora sp.* Dabei stellten sie fest, daß beide Fermente nicht identisch waren, sondern sich durch ihre Spezifität bezüglich des Wasserstoffdonators unterschieden. Das „Neurospora-Ferment" war spezifisch für Triphosphopyridinnucleotid-Wasserstoff ($TPNH + H^+$), während das Sojabohnenferment neben $TPNH + H^+$ auch das diphosphorylierte Nucleotid ($DPNH + H^+$) verwerten kann. Ja, innerhalb ein und derselben Pflanze fand man wiederum Verschiedenheiten in der Spezifität. Die Wurzelknöllchen lieferten ein Ferment, das im Gegensatz zu dem der Blätter als hochspezialisierte $DPNH + N^+$-Nitratreduktase bezeichnet werden muß [11].

Die Nitratreduktase ist auf Grund ihrer Wirkungsweise und ihres physiologischen Verhaltens zu den aeroben Dehydrasen zu rechnen. Die katalysierte Reaktion läuft folgendermaßen ab:

$$NO_3^- + DPNH + H^+ \rightarrow NO_2^- + DPN^+ + H_2O.$$

Der zwischen DPN-Dehydrogenase und Nitratreduktase verlaufende Elektronentransport muß mit Phosphorilierungen gekoppelt sein, da ruhende Zellsuspensionen von *Escherichia coli* während der Nitratatmung beträchtliche Mengen Phosphat aufnehmen, wie TAKAHASHI u. Mitarb. [37] berichteten.

Das Ferment kann durch p-Chlormercuribenzoat gehemmt werden und die Hemmung kann durch Zugabe von Cystein oder Glutathion aufgehoben werden. Es müssen also SH-Gruppen für die Aktivität mitverantwortlich sein. Auch Chlorat konnte die Nitratreduktion bei *Aspergillus oryzae* und *Escherichia coli* unterbinden [14]. Andere Enzymhemmstoffe, die geprüft wurden, deuteten durch ihre Wirkung darauf hin, daß an der Aktivität des Fermentes ein Schwermetall maßgeblich beteiligt sein mußte. Mangelversuche mit verschiedenen Spurenelementen und an verschiedenen Pflanzen erwiesen, daß Molybdän für den Reduktionsvorgang essentiell ist ([2], [6], [16], [17], [28b]). Kupfermangel zeigte beim Hafer nach russischen Untersuchungen [31] ähnlich dem eingangs erwähnten Schwefelmangel eine Steigerung des Nitrat-Stickstoffs in der Zelle. Auch Calcium muß als notwendiger Begleitstoff angesehen werden, der durch Strontium nicht ersetzbar ist [1]. Molybdän ist in seiner Wirkung spezifisch und läßt sich nach NICHOLAS und NASON [28b] weder durch Eisen, Zink, Kupfer, Mangan, Kobalt, Nickel oder Bor ersetzen noch durch Vanadium [1]. Entkoppelnde Reagenzien, wie Dinitrophenol, Natriumarsenit oder Aureomycin, hemmten nicht; anorganisches Phosphat war aber zur vollen Wirksamkeit eines aus Bakterien oder *Neurospora* hergestellten Fermentpräparates nötig. PO_4^{---} ließ sich nicht durch Adenosintriphosphat (ATP) ersetzen, wohl aber durch SeO_4^{--}, TeO_4^{--}, AsO_4^{---}, zum Teil auch durch SO_4^{--} und SiO_3^{--}. NICHOLAS und SCAWIN [29] weisen im Zusammenhang mit diesen Untersuchungen darauf hin, daß die „Ersatzionen" einen etwa gleich großen Atomradius wie PO_4^{---} haben und daß sie alle mit MoO_4^{--} Komplexe bilden können. Die Unmöglichkeit, das anorganische Phosphat durch ATP zu ersetzen, ist sehr interessant, zeigen doch auch andere Untersuchungen, daß z. B. Nucleotid-Phosphor von *Escherichia coli* erst bis zum PO_4-Ion abgebaut werden muß, bevor er assimiliert werden kann [20]. Die Bedeutung des Molybdäns bei der Reduktion von Nitrat ist klar erwiesen, doch ist seine Rolle bei diesem Vorgang im einzelnen noch unbekannt. Manche Befunde deuten darauf hin, daß bei der Elektronenübertragung kein Wertigkeitswechsel erfolgt, da nur Mo^{5+}, nicht aber Mo^{6+} im Nitratreduktasesystem vorkommt [28a].

Manche der berichteten Ergebnisse, die sich mit der Hemmung von Nitratreduktase und gelegentlichen Schlüssen aus dem Ausfall des Verschwindens von Nitrat befassen, scheinen eine Überlegung außer acht gelassen zu haben. Man vergegenwärtige sich noch einmal kurz das Reduktionsschema:

$$AH_2 + NO_3^- \rightarrow A + NO_2^- + H_2O.$$

Ein Ausbleiben der Reaktion kann ebensogut durch ein Fehlen des geeigneten H-Donators bedingt sein, da die Fermente, wie erwähnt, zum Teil ziemlich scharf spezialisiert sind. Wenn also OMURA [30b, c] die Austauschbarkeit oder Nichtaustauschbarkeit der H-Donatoren durch verschiedene Kohlenhydrate und deren Oxime bei tierischen Nitratreduktasen findet, so sollte das zur Überprüfung älterer Ergebnisse in dieser Richtung Anlaß geben. Man kann schließlich nicht von einer Fermenthemmung sprechen, wenn dem Ferment das Substrat genommen wird, was bei der Labilität von $TPNH + H^+$ bzw. $DPNH + H^+$ und der Zugabe „aktiver" Substanzen ohne weiteres denkbar ist.

Als prosthetische Gruppe besitzt die Reduktase Flavin-Adenindinucleotid (FAD) [4b], [28a]. Sonst ist über die stoffliche Zusammensetzung des Fermentes nichts bekannt. Gerade aber die Beteiligung eines Flavoproteins stellt meines Erachtens eine gewisse Gefahr bei der Beurteilung von Nitratreduktionen dar. So kann z. B. die reduzierte Form von Xanthinoxydase (Schardinger-Enzym), die normalerweise durch O_2 rückoxydiert wird, aerob in Gegenwart von Nitrat unter gleichzeitiger Bildung von Nitrit oxydiert werden, was absolut keinen Schritt in Nitratassimilation zu bedeuten braucht.

$$\text{Xanthinoxydase-H} + H^+ + NO_3^- \rightarrow \text{Xanthinoxydase} + NO_2^- + H_2O \quad [5], [36], [41].$$

Es ist nicht anzunehmen, daß die Nitratreduktase mit dem Schardinger-Enzym identisch ist; EVANS u. NASON [12b], [27] kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Ein verwandtes Fermentsystem aus Kartoffelknollen stellt die Aldehyddehydrase dar, die auch Nitrat unter Bildung von Nitrit als Wasserstoffakzeptor ausnützen kann [22], [23]. Sogar das dreiwertige Molybdän ist zu dieser Reduktion ohne Zutun eines Enzymes befähigt.

Ernährungsstudien bei *Ustilago zeae*, über die in Bälde andernorts berichtet wird, zeigten, daß die Nitratreduktase auch gebildet wird, wenn der Organismus nur Ammonium als N-Quelle geboten bekommt. Die Aktivität erreicht nie den Wert 0; bei Aufhören der „Reduktions-

arbeit" sinkt sie rasch auf einen relativ niedrigen Betrag ab, um aber im Bedarfsfalle ebenso rasch wieder verfügbar zu sein [24], [25]. Im Gegensatz dazu steht die oben erwähnte Beobachtung von AZIM u. ROBERTS [3], wonach *Azotobacter* eine gewisse „Anlaufzeit" bei der Umstellung von N_2-Ernährung auf die Verwertung von NO_3-Stickstoff, aber auch NH_4-Stickstoff braucht, während der keine Assimilation stattfindet. Es scheinen hier doch etwas andere Verhältnisse vorzuliegen, wie überhaupt manche Phasen des Stickstoffwechselgeschehens bei Luftstickstoffbindern sehr erheblich vom Schema der anderen Organismen abweichen.

2. *Nitritreduktion*

Auch das Nitrit-Ion, in dem der Stickstoff positiv dreiwertig vorliegt, wird fermentativ weiterreduziert. EVANS u. NASON [12b] fanden bei ihren Studien über die Nitratreduktase, daß in zellfreien Präparaten von *Soja*-Blättern auch das Nitrit in Gegenwart von TPNH + H^+ langsam weniger wurde. Auch in Homogenaten von Tomatenwurzeln fand sich ein ähnlich wirksames Enzym. Einleitend sei aber gleich bemerkt, daß wir über die Nitritreduktion viel weniger wissen als über den ersten Schritt der Reaktionsreihe. Das hat zwei Gründe: Den ersten nannte ich schon oben, nämlich die notwendige und auch tatsächliche Kurzlebigkeit des Nitrites. Der andere Grund ist die mangelhafte Kenntnis des Reduktionsproduktes. Wir werden uns damit aber im nächsten Kapitel zu befassen haben. Jedenfalls wirken diese beiden Unsicherheitsfaktoren zusammen, um eine Analyse des zweiten Reduktionsschrittes zu erschweren.

Aufschlußreiche Versuche liegen an Grünalgen von OMURA [30a] und KESSLER [19] vor. Daraus geht hervor, daß — bei *Chlorella* und *Scenedesmus* — die Nitritreduktase auch bei Ernährung mit Harnstoff gebildet wird. Es liegen die Verhältnisse genauso wie bei der Nitratreduktase, die auch zur normalen Fermentausstattung der Zelle gehört. KESSLER fand nun an *Ankistrodesmus* eine Lichtabhängigkeit der Nitritreduktion. Gab er Nitrit in nichttoxischen Konzentrationen zum stickstofffreien Substrat, so wurden pro Mol verbrauchten Stickstoffs 1,5 Mole Sauerstoff frei. Die Geschwindigkeit der lichtabhängigen Nitritreduktion wird als 4mal so groß wie die der Nitratreduktion angegeben. Sie kommt damit in den Schnelligkeitsbereich der Hill-Reaktion mit Chinon. Durch Steigerung des CO_2-Angebots tritt nochmals eine Steigerung der Reduktionsgeschwindigkeit bis auf das Doppelte ein. Man kann daraus ablesen, daß die Zelle zur weiteren „Verarbeitung" der Reduktionsprodukte C-Verbindungen bereitstellen muß; die Lichtabhängigkeit spricht für einen erhöhten Energiebedarf, worauf an anderer Stelle noch eingegangen wird. Da nun aber OMURA [30a] unter anaeroben Bedingungen für Nitrit eine geringere Reduktionsgeschwindigkeit als für Nitrat fand, muß angenommen werden, daß mehrere Reaktionswege möglich sind. VANECKO (zit. bei [40]) fand die Lichtabhängigkeit an Gramineenblattstücken auch bestätigt. Die Reduktion verlief sowohl im Dunkeln als auch im Hellen. Die Abbaurate mit Licht war aber 10- bis 20mal größer als ohne Licht.

Auch hier sei wieder an einem Beispiel gezeigt, daß eine Abnahme von Nitrit noch keine Stickstoffassimilation zu bedeuten braucht [38]. Alte Zellen von *Thiobacillus denitrificans*, *Micrococcus denitrificans* und *Pseudomonas stutzeri* produzieren aus Nitrit gasförmiges Stickoxyd (NO). Nitrat verursacht diese Bildung nicht! Da aber NO mit O_2 und H_2O zu Salpetersäure und damit zu Nitrat oxydiert wird (Ostwald-Verfahren), kann es wieder in den Kreislauf einbezogen werden, und zwar auch von anderen Organismen. Primär stellt diese Reaktionsfähigkeit jedoch einen Stickstoffverlust dar und keinen Assimilationsweg!

3. *Hyponitritreduktion*

Untersalpetrige Säure als Zwischenprodukt bei der Nitratassimilation anzunehmen, dürfte auf die genannte Beobachtung von CORBET zurückgehen, der diesen Körper zusammen mit Hydroxylamin bei der bakteriellen Oxydation von Ammoniak nachwies. Erst in allerjüngster Zeit gelang es aber, bei einem Stamm von *Neurospora crassa* eine Hyponitritreduktase nachzuweisen und anzureichern. MEDINA u. NICHOLAS [21] prüften verschiedene Inhibitoren in ihrer Wirkung auf das Ferment. p-Chlormercuribenzoat und Metallchelate hemmten im Sinne von SH-Gruppen-Inhibitoren. Entkoppelnde Reagenzien weisen darauf hin, daß ein Phosphorilierungsvorgang mit der Reduktion verbunden ist. Mit Auffinden dieses Fermentes wurde der Nachweis erbracht, daß auch der vorletzte Reduktionsschritt vom Nitrat zum Ammonium eine Zweielektronenstufe darstellt.

Versuche, ein Isomeres von HON = NOH, das Nitramid H_2N-NO_2, als Zwischenglied an Stelle des Hyponitrites in *Azotobacter* einzuführen, waren nicht erfolgreich [26].

Es ist abzuwarten, ob dieser Schritt lichtabhängig ist, ob er lichtunabhängig ist wie die Nitratreduktion oder ob beide Varianten realisiert werden können wie bei der Nitritreduktion.

4. *Hydroxylaminreduktion*

Eine Hydroxylaminreduktion zum Ammoniak ist nicht unbedingt erforderlich, da zwei verschieden reagierende tautomere Formen angenommen werden müssen:

$$\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\!\!>\!N-OH \quad \text{und} \quad \begin{matrix} H \\ H \\ H \end{matrix}\!\!>\!N-O.$$

Von der Hydroxylaminform $H_2N \cdot OH$ leiten sich z. B. über das Vitamin-B_6-Phosphat als NH_2-Gruppenüberträger in Kombination mit Ketosäuren die Glutaminsäure und andere Aminosäuren ab. Daß dabei immer Pyridoxalphosphat zwischengeschaltet sein muß, ist keineswegs notwendig. Mit der reduzierten Form des DPN als Wasserstoffdonator kann die Aminogruppe das Halbamid der Glutaminsäure bilden:

$$NH_2OH + R-COOH + DPNH + H^+ \rightarrow R-C\begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow NH_2 \end{matrix} + 2H_2O + DPN^+;$$

$$R = -CH_2 \cdot CH_2 \cdot CHNH_2 \cdot COOH.$$

Auch eine Reaktion zu Iminosäuren ist denkbar. So betrachtet auch CLIFTON [7] Hydroxylamin als völlig gleichberechtigt neben dem Ammonium bei der Aminosäuresynthese durch Mikroorganismen.

Hydroxylaminreduktase wurde von ZUCKER u. NASON (zit. bei [8]) untersucht. Die Autoren gewannen das Ferment aus *Neurospora crassa* und stellten die Abhängigkeit der Reaktion von DPNH + H^+ als Wasserstoffdonator und von FAD fest. Die Kinetik des Vorganges ließ sich bei 340 mμ spektrophotometrisch durch Verfolgung der Oxydationsrate des DPNH + H^+ beobachten. Aus der Abhängigkeit von FAD kann geschlossen werden, daß es sich bei dem Ferment, wie bei der Nitratreduktase, um ein Metall-Flavoprotein handelt, wobei nur erwiesen zu sein scheint, daß nicht Molybdän der notwendige Schwermetallpartner ist.

Es liegt also auch hier beim letzten Reduktionsschritt wieder eine „Zweielektronenstufe" vor, die zu den absolut normalen Erscheinungen bei den Wasserstoffübertragungen in der lebenden Materie gehört. SENEZ u. Mitarb. [33] zeigten mit Hilfe der Warburg-Methode sehr schön, daß *Desulfovibrio desulfuricans* pro Mol reduzierten NH_2OH 1 Mol H_2 verbraucht und daraus 1 Mol NH_3 bildet. Nebenbei sei hier bemerkt, daß sich ebenso stöchiometrisch genau der Verbrauch von 3 Molen H_2 für die Reduktion von NO_2^- zu NH_3 nachweisen ließ.

Literatur

[1] ALLEN, M. B., u. D. I. ARNON: Plant Physiol. **30**, 366 (1955). — [2] ARNON, D. I., P. S. ICHIOKA, G. WESSEL, A. FUJIWARA u. J. T. WOOLLEY: Physiol. Plantarum [Copenh.] **8**, 538 (1955). — [3] AZIM, M. A., u. E. R. ROBERTS: Biochim. et Biophysica Acta **18**, 363 (1955). — [4] BERSIN, TH.: a) Adv. Enzymol. **10**, 223 (1950). — b) Kurzes Lehrbuch der Enzymologie. Leipzig 1954. — [5] BONNER, J.: Plant biochemistry, S. 223. New York 1950. — [6] BURSTRÖM, H.: Fortschr. Bot. **18**, 253 (1956). — [7] CLIFTON, C. E.: Adv. Enzymol. **6**, 269 (1946). — [8] COLOWICK, S. P., u. N. O. KAPLAN: Methods in enzymologie, Bd. II, S. 411 ff. New York 1955. — [9] CORBET, A. S.: Biochemic. J. **29**, 1086 (1935). —

[10] ECKERSON, S.: Bot. Gaz. 77, 377 (1924). — [11] EVANS, H. J.: Plant Physiol. 29, 298 (1954). — [12] EVANS, H. J., u. A. NASON: a) Arch. Biochem. a. Biophys. 39, 234 (1952). — b) Plant Physiol. 28, 233 (1953). — [13] FRANK, H.: Planta 44, 319—340 (1954). — [14] GOKSØYR, J.: Physiol. Plantarum [Copenh.] a) 4, 498 (1951); b) 5, 228 (1952). — [15] GREGG, J.H., u. R.D. BRONSWEIG: J. Cellul. a. Comp. Physiol. 48, 293 (1956). — [16] HEWITT, E. J., E.W. JONES u. A.H. WILLIAMS: Nature [London] 163, 681 (1949). — [17] ICHIOKA, P.S., u. D.I. ARNON: Physiol. Plantarum [Copenh.] 8, 552 (1955). — [18] KANDLER, O., u. H. FRANK: Kulturpflanze 1956, Beih. 1, 205. — [19] KESSLER, E.: Nature [London] 176, 1069 (1955). — [20] LESLEY, S.M., u. A.F. GRAHAM: Canad. J. Microbiol. 2, 17 (1956). — [21] MEDINA, A., u. D. J. D. NICHOLAS: Nature [London] 179, 533 (1957). — [22] MICHLIN, D.: Biochem. Z. 202, 329 (1928). — [23] MICHLIN, D., u. SEVERIN: Biochem. Z. 237, 339 (1931). — [24] MORTON, A.G.: J. of Exp. Bot. 7, 97 (1956). — [25] MORTON, A.G., u. A. MACMILLAN: J. of Exp. Bot. 5, 232 (1954). — [26] MOZEN, M.M., u. R.H. BURRIS: J. Bacteriol. 70, 127 (1955). — [27] NASON, A., u. H. J. EVANS: J. of Biol. Chem. 202, 655 (1953). — [28] NICHOLAS, D. J. D., u. A. NASON: a) Arch. Biochem. a. Biophys. 51, 310 (1954). — b) Plant Physiol. 30, 135 (1955). — [29] NICHOLAS, D. J. D., u. J.H. SCAWIN: Nature [London] 178, 1474 (1956). — [30] OMURA, H.: a) Enzymologia [Den Haag] 17, 127 (1954). — b) J. Fac. Agric., Kyūshū Univ. 10, 365 (1956). — c) Bull. Agric. Chem. Soc. Japan 21, 126 (1957). — [31] OSTROVSKAJA, L. K., u. B. A. GELLER: Dokl. Akad. Nauk SSSR., N.S. 103, 727 (1955). Ref. Ber. wiss. Biol. A 102, 71 (1956). — [32] RATNER, J.I., I.I. KOLOSSOW, S.F. UCHINA, I.N. DOBROCHOTOWA u. O.N. KASUTO: Nachr. Akad. Wiss. UdSSR., Biol. Ser. 1956, H. 6, 64. Ref. Chem. Zbl. 128, 7697 (1957). — [33] SENEZ, J.C., F. PICHINOTY u. M. KONOVALTCHIKOFF-MAZOYER: C. R. hebd. Séances Acad. Sci. 242, 570 (1956). — [34] STREET, H.E.: Adv. Enzymol. 9, 391 (1949). — [35] STRICKLAND, L.H.: Biochem. J. [London] 25, 1543 (1931). — [36] SUMNER, J.B., u. G.F. SOMERS: Chemistry and methods of enzymes, S. 286. New York 1953. — [37] TAKAHASHI, H., S. TANIGUCHI u. F. EGAMI: J. of Biochem. [Tokyo] 43, 223 (1956). — [38] VERHOEVEN, W.: Leeuwenhoek J. Microbiol. a. Serol. 22, 385 (1956). — [39] VIRTANEN, A. J.: Angew. Chem. 65, 1 (1953). — [40] WEBSTER, G.C.: Ann. Rev. Plant Physiol. 6, 43 (1955). — [41] ZOBELL, C.E.: Adv. Enzymol. 10, 443 (1950).

Karlsruhe-Durlach, Botanische Abteilung der Fa. Dr. Willmar Schwabe

Eingegangen am 28. November 1957

Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

Elektronenoptische Beobachtungen über die Wirkungsnatur des nichtionisierbaren oberflächenaktiven Tumorauslösers Tween 60 in der Haut der Maus

Gewisse nichtionisierbare oberflächenaktive Substanzen von bestimmtem Bau, die sich in bezug auf die Haut von Mäusen als außerordentlich leistungskräftige Tumorauslöser erwiesen haben, rufen bei ihrer Einwirkung auf die Epidermis eine starke Hyperplasie und eine kontinuierliche, verfrühte und regelmäßige Differenzierung ihrer Zellen hervor, und zwar — so paradox es auch lauten mag — ganz entgegen den sog. eigentlichen Carcinogenen, deren Wirkungsäußerungen unter anderem durch ein verzögertes Heranreifen der Epidermiszellen gekennzeichnet sind[1–4]).

Diese lichtmikroskopischen Befunde wurden nun von uns auch elektronenmikroskopisch bestätigt. Dadurch hat sich

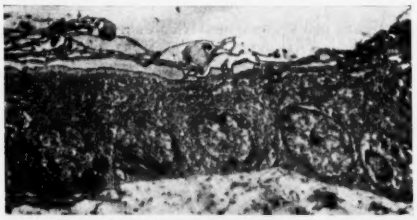


Fig. 1. Vertikaler Querschnitt durch die normale Epidermis der Maus. In der größtenteils einschichtigen Epidermis schließen die Zellen fest aneinander. — Elektronenmikroskop, 2500mal. (Hier reduziert auf 2350mal)

unseres Erachtens die Möglichkeit ergeben, tiefer als bisher in den Mechanismus der Tumorauslösung einzudringen.

Die Mäuse waren 2 bis $2^1/_2$ Monate alt, durchgehend männlichen Geschlechts und gehörten verschiedenen bekannten weißen Stämmen an. Von dem im Rücken der Versuchstiere gelegenen Ort der Behandlung wurden die Haare in regelmäßigen Zeitabständen, ohne die Haut zu schädigen, mit einer scharfen Schere entfernt; hinsichtlich der Biopsien-Technik sei auf[1]) und [3]) verwiesen. Es wurden variierende Versuche durchgeführt, vorliegender Bericht befaßt sich jedoch kurz nur mit einigen Hautveränderungen, die der Wirkung einer bloßen 25%igen Wasserlösung des Tween 60 (Atlas Powder Co., Wilmington, Del., USA.) eigen sind. Die Tumorauslösersubstanzen wurden ein- oder zweimal täglich auf die zu behandelnde Hautfläche aufgetragen. Die Entnahme der Proben erfolgte nach verschieden langer Behandlung mit den Tumorauslösern.

Für die elektronenoptische Untersuchung wurden die Hautstücke in einer 1%igen gepufferten Osmiumsäurelösung (p_H 7,4) fixiert, danach gewaschen, in Alkohol entwässert und in Butylmethyl-metacrylat (8:2) eingebettet. Die Dünnschnitte wurden mit dem Ultramikrotom von SJÖSTRAND angefertigt. Elektronenmikroskope: PhilipsEM 75 und EM 100*).

Die Epidermis der normalen Mäusehaut ist in ihren interfollikularen Teilen, die ausschließlich berücksichtigt wurden, gekennzeichnet durch die höchstens zweischichtige Anordnung

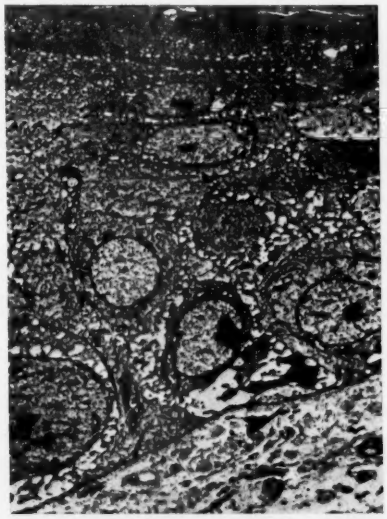


Fig. 2. Vertikaler Querschnitt durch die Epidermis der Maus nach täglich einmaliger Behandlung während 3 Tage mit einer 25%igen Wasserlösung des oberflächenaktiven Tween 60, ohne vorangehende Initiation mit Carcinogen. Zellen und Kerne im Vergleich zur Normalhaut (Fig. 1) mehrfach vergrößert; starkes Interzellularödem zumal in den basalen Teilen; Zellen in den basalen und mittleren Schichten in Differenzierung begriffen; die zuoberst gelegenen, sich verhornenden Zellen sind fest zusammengepackt. — Elektronenmikroskop, 2500mal. (Hier reduziert auf 1870mal)

ihrer Zellen und das praktisch völlige Fehlen der sich differenzierenden Zellen [Fig. 1; betreffs der allgemeinen Zellcharakteristik möge auf[1–3]) verwiesen werden]. Weiter sind die Basalzellen unter sich ziemlich gleich groß und gleich geformt, und ihr Zusammenhalt ist fest (Fig. 3). Das elektronenoptische Erscheinungsbild ist von einem Versuchstier zum anderen im allgemeinen ziemlich konstant, ein Umstand, dem bei der qualitativen Beurteilung der Veränderungen eine Bedeutung zukommen kann.

Die der alleinigen Wirkung des als Tumorauslöser leistungskräftigen Tween 60 eigenen elektronenoptischen Hautveränderungen stellen sich in der Epidermis unmittelbar nach der Applikation des Tumorauslösers ein, ihr folgt eine starke Hyperplasie. Prinzipiell entsprechen sie durchaus den bei Anwendung des Lichtmikroskops gefundenen: starke Dickenzunahme der Epidermis, verhältnismäßig regelmäßige mehrsichtige Anordnung ihrer Zellen, mehrfache Zunahme des Zell- und Kernvolumens (man vergleiche Fig. 2 mit Fig. 1; die Vergrößerung ist in beiden tatsächlich dieselbe) und starkes Interzellularödem besonders in den basalen Schichten der Epidermis. Der gegenseitige Zusammenhalt der Zellen lockert sich auf, und die Zellen rücken voneinander ab und stehen nur durch gut entwickelte Interzellularbrücken (Desmosomen) miteinander in Verbindung (Fig. 4). Die Zellen kommen gewissermaßen in eine neue geräumigere Umgebung, die Längsachse der Kerne stellt sich horizontal ein, die Differenzierung dauert fort, und die Zellen beginnen ihre Wanderung gegen die Hautoberfläche, wo sie beim Fortschreiten des Verhornungsprozesses wieder eng zusammengedrängt werden (Fig. 2 oben).

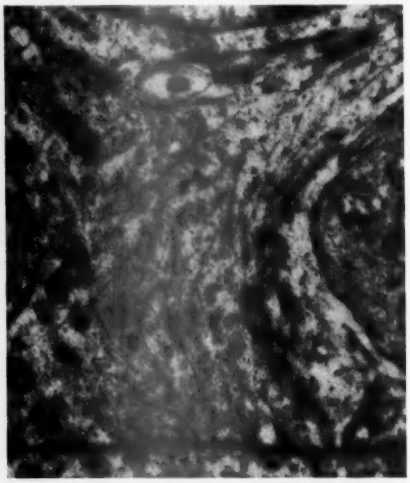


Fig. 3. Typische normale Mäuseepidermis bei mehrfach stärkerer Vergrößerung. Die Basalmembran deutlich als Doppelmembran erkennbar. Die Membranen der Basalzellen schließen fest, ohne Zwischenräume, aneinander. — Elektronenmikroskop, 15000mal. (Hier reduziert auf 12000mal)

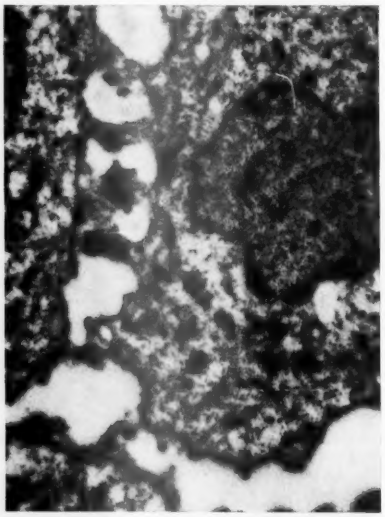


Fig. 4. Wie in Fig. 2 behandelte Mäuseepidermis bei stärkerer Vergrößerung. Typischer Aspekt der Tween 60-Wirkung. Zellen durch starkes Interzellularödem auseinandergerückt, stehen aber miteinander teilweise durch Interzellularbrücken in Verbindung. Kein Artefakt. — Elektronenmikroskop, 15000mal. (Hier reduziert auf 11200mal)

Auf die Frage, wie denn eigentlich die nichtionisierbaren oberflächenaktiven Tumorauslösersubstanzen wirken, ist eine erschöpfende Antwort vorläufig nicht zu geben. Wohl aber sind sowohl aus den veröffentlichten als auch einstweilen unveröffentlichten experimentellen Befunden aus diesem Laboratorium plausible Hinweise darauf zu erhalten. Danach käme bei der Einwirkung dieser tensionsaktiven Agenzien auf die Gewebe ihren physikochemischen Eigenschaften eine große, wenn nicht geradezu entscheidende Rolle zu. Diese Stoffe ändern die Permeabilität der Zell- und Kernmembranen, wahrscheinlich indem sie unter anderem einen Kollaps des Chelosterol- bzw. Lipoproteinfilms verursachen. Sie verändern das Sol $\rightleftharpoons$ Gel-Gleichgewicht des Protoplasmas und der Gewebsflüssigkeiten und entwickeln in den Geweben einen „Spreading-Effekt", indem sie die als Indikatoren benutzten Farben transepidermal gerade dieselben, namentlich interzellularen Wege entlang befördern, wie sie sich sowohl licht- als elektronenmikroskopisch nachweisen lassen. In bestimmte Richtung weist auch die Beobachtung, daß intrazellulares Ödem nicht mehr in auch nur annähernd gleichem Ausmaß gebildet wird, wenn die Haut zuvor mit Carcinogen behandelt worden ist, usw.

In einem späteren Zusammenhang werden die Ergebnisse im Zusammenhang dargestellt unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Tumorauslösersubstanzen zu den protoplasmatischen Grenzflächen.

Mit Unterstützung durch die Stiftung SIGRID JUSÉLIUS' Stiftelse, Helsinki, Finnland, sowie das Stipendium C-2930 M&G, Institutes of Health, Publich Health Service, erteilt nach Empfehlung des National Advisory Cancer Council, USA.

Institut für Pathologische Anatomie (Direktor: Prof. Dr. KAI SETÄLÄ) *der Universität, Helsinki, Finnland*

KAI SETÄLÄ und LEO STJERNVALL

Eingegangen am 23. Januar 1958

*) Dem Elektronenmikroskopischen Ausschuß des Finnischen Naturwissenschaftlichen Komitees ist bestens zu danken für die Freundlichkeit, daß er seine elektronenoptische Apparatur für die Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat.

[1]) SETÄLÄ, K., K. DAMMERT, H. SETÄLÄ, L. MERENMIES u. P. HOLSTI: Z. Krebsforsch. **61**, 548 (1957). — [2]) SETÄLÄ, K., P. KAJANNE, P. HOLSTI, L. MERENMIES u. R. JUNNILA: Naturwiss. **44**, 653 (1957). — [3]) DAMMERT, K.: Acta pathol. microbiol. scand. Suppl. **124** (1957). — [4]) MERENMIES, L.: Manuskript 1957.

Winkelverteilung und Wirkungsquerschnitt der Reaktion $Li^7(p, \alpha)\alpha$ unterhalb 600 keV

Wegen der Bedeutung der Untersuchungen an dieser Reaktion, über die in [1]) kurz berichtet wurde, für das Zerfallsschema des Be^8-Kernes wurden diese Messungen mit verbesserter Apparatur und einer anderen Meßmethode wiederholt. Das Auftreten von Resonanzen in dem Gebiet um 17,6 MeV im Termschema des Be^8 erschien zunächst nicht unwahrscheinlich, nachdem in Arbeiten von INGLIS[2]) und KURATH[3]) in dem betrachteten Gebiet auf mögliche 2,0- oder 2,1-Niveaus hingewiesen worden war und GOWARD[4]) durch Beobachtung der Photospaltung von C^{12} ein solches Niveau gefunden hatte.

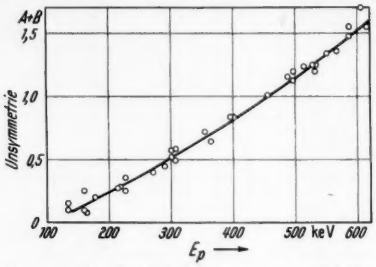


Fig. 1. Unsymmetrie der Winkelverteilung von $Li^7(p, \alpha)\alpha$. Stat. Fehler bei 134 keV $<6\,\%$, bei 200 keV $<4\,\%$, bei 300 keV $<4\,\%$, ... bei 500 keV $<3{,}5\,\%$

Nachdem die Bandgeneratoranlage durch Verwendung einer Spannungsstabilisierung[5]) verbessert worden war, wurde die Anregungsfunktion mit Szintillationszählern und CsJ-Kristallen unter 0 und 90° zur Strahlrichtung erneut gemessen.

Beide Kurven weisen im Gegensatz zu den früheren Messungen zwischen 125 und 600 keV einen glatten Verlauf auf, so daß die früher beobachteten resonanzartigen Abweichungen vermutlich einer erheblichen Überschätzung der Genauigkeit der Energiebestimmung zuzuschreiben sind. Die aus den neuen Messungen ermittelte Unsymmetrie der Winkelverteilung

$$A + B = \frac{N(0, E)}{N(90, E)} - 1$$

ist in Fig. 1 angegeben. Durch Vergleich der $(A+B)$-Werte ist es möglich, jedem der früheren Meßpunkte die tatsächliche Energie zuzuordnen. Diese Zuordnung ist dann auch konsistent mit der aus der Messung der mittleren Spurlängen in den Platten zu erschließenden Energiezuordnung. Zur vollständigen Aufklärung sollen auch die Koeffizienten A und B der Winkelverteilung getrennt erneut gemessen werden.

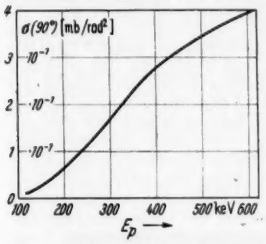


Fig. 2. Wirkungsquerschnitt $\sigma(90°)$ von $Li^7(p, \alpha)\alpha$ unterhalb 600 keV als Funktion der Protonenenergie E_p. Stat. Fehler bei 150 keV $\approx 4{,}5\,\%$, bei 300 keV $\approx 2{,}5\,\%$, bei 600 keV $\approx 1{,}5\,\%$

Fig. 2 zeigt den ebenfalls bestimmten Wirkungsquerschnitt bei 90°. Die hier wiedergegebene Kurve stellt das Ergebnis einer größeren Zahl von Meßreihen im Gebiet zwischen 125 und 600 keV dar. Der statistische Fehler der einzelnen Meßpunkte ist in der Figur angegeben. Der absolute Wert des Wirkungsquerschnitts wurde durch Vergleich des Wertes bei 240 keV mit der Kurve von SAWYER[6]) gewonnen.

Physikalisches Staatsinstitut, Hamburg

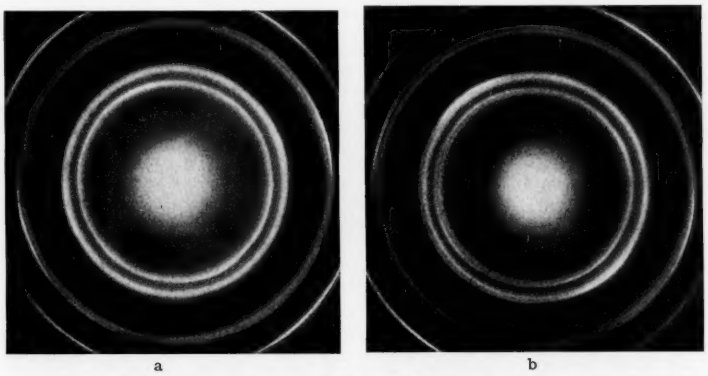
BERND CONRAD, VOLKER KÖNIG und UWE TIMM

Eingegangen am 28. Februar 1958

[1]) TIMM, U.: Naturwiss. 9, 279 (1957). — [2]) INGLIS, D. R.: Rev. Mod. Physics 25, 390 (1953). — [3]) KURATH, D.: Physic. Rev. 101, 216 (1956). — [4]) GOWARD, F. K., u. J. J. WILKINS: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. A 228, 376 (1955). — [5]) KÖNIG, V.: Diplomarbeit, Hamburg 1958. — [6]) SAWYER, G. A., u. J. A. PHILLIPS: LA-1578 (1953).

Zur Messung des remanenten Magnetismus des dünnen Filmes

Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften dünner Schichten sind heute von Bedeutung[1]). Der Autor hat die magnetische Remanenz eines dünnen Filmes mit Elektronenstrahlen gemessen; hierbei wurde benutzt, daß Elektronen durch ein Magnetfeld beeinflußt werden (Lorentz-Effekt).



a b

Fig. 1 a u. b. Überlagerung des Beugungsbildes des NiO-Filmes auf das des Goldes. Wellenlänge: 0,0290 Å. Kameralänge: 495 mm. Positive in 3,3facher Vergrößerung. a Die Mitte des Filmes durchstrahlt: kein Lorentz-Effekt. — b Die Grenze des Filmes gestreift: Lorentz-Effekt

Ein dünner Film aus Nickeloxyd (Dicke etwa 500 Å, Abmessung etwa 0,5 mm) diente als Versuchsprobe. Er wurde dadurch hergestellt, daß ein durch Vakuumverdampfung bereiteter Nickelfilm an der Luft bei 250° C oxydiert wurde. Um den magnetischen Zustand der Probe zu untersuchen, wurde das Verfahren der Doppelbelichtung mit einem nicht ferromagnetischen Goldfilm angewandt[2]). Zuerst wurde das Beugungsbild der Probe und darauf das des Goldes überlagert aufgenommen. Der eingestrahlte Einfallsstrahl war annähernd senkrecht zur Filmebene. Bei Fig. 1a wurde die Mitte des Filmes durchstrahlt, während bei Fig. 1b die Einfallsstrahlen die Grenze des Filmes streiften. In Fig. 1a sind alle Ringe konzentrisch, während in Fig. 1b die Ringe der Probe und die des Goldes exzentrisch auftreten. Die Versuchsanordnungen sind in Fig. 2 wiedergegeben. Bei Fig. 1a bzw. 2a gibt es keine Feldkomponente, die zur Richtung des Einfallsstrahles senkrecht ist. Bei der Anordnung Fig. 1b bzw. 2b ist dagegen der Effekt des Feldes auf die Strahlen beträchtlich. Aus Fig. 1b kann man die Remanenz des Nickeloxydfilms berechnen.

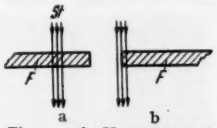


Fig. 2a u. b. Versuchsanordnung. a Die Strahlen durchlaufen die Mitte des Filmes. b Die Strahlen streifen die Grenze des Filmes. *St* Strahlrichtung. *F* Film

Die Beziehung zwischen der Feldstärke H und der Ringexzentrizität (ΔZ) lautet

$$H = \frac{h}{e L l \lambda} \cdot \Delta Z. \qquad (1)$$

Hierbei sind e die Elektronenladung $(1{,}6 \cdot 10^{-20}$ abs. emE.), L die Kameralänge (495 mm), l die Abmessung des Magnetfeldes ($\approx 0{,}1$ mm), h die Plancksche Konstante $(6{,}6 \cdot 10^{-27}$ Erg · sec) und λ die Wellenlänge der Elektronen (0,0290 Å). Aus Fig. 1b erhält man $\Delta Z = 0{,}16$ mm. Also erhalten wir aus Gl. (1) $H \simeq 40$ Gß. Auf diese Weise gestattet die Elektronenbeugung, die magnetischen Eigenschaften des dünnen Filmes zu untersuchen.

Scientific Research Institute, Ltd. 31 Kamifuji (Hongo), Tokyo, Japan

S. YAMAGUCHI

Eingegangen am 22. Februar 1958

[1]) KÖNIG, H.: Naturwiss. 33, 71 (1946). — REIMER, L.: Z. Naturforsch. 11a, 611, 649 (1956). — [2]) YAMAGUCHI, S.: Naturwiss. 45, 7 (1958).

Ein Testbild zur Gütebeurteilung von Fernsehbildern und Projektionsoptiken

Bei der Gütebeurteilung fernsehtechnisch oder durch optische Projektion dargestellter Bilder kann man das Augenmerk auf den Informationsverlust richten, den das dargebotene Bild gegenüber seiner Vorlage aufweist. Dieser Verlust läßt sich im Prinzip aus einer photometrischen Analyse des Fernseh- oder Projektionsbildes im Vergleich zu der des Originals ermitteln. Mit einer solchen Ermittlung wäre indessen noch nichts Endgültiges ausgesagt über diejenige Bildgüte, die ein Bildbetrachter tatsächlich *empfindet*. Denn unser Sehapparat ist nicht nur ein passives Organ, das die auf der Netzhautebene abgebildeten äußeren Objekte photometrisch analysiert, sondern verfügt über eine aktive Mitwirkung bei der Verarbeitung der auf der Netzhautebene vorliegenden Lichtintensitätsverteilung zu einem bewußt empfundenen Bild. *Eine* solche Mitwirkung entdeckte und untersuchte bereits E. MACH (Machsche Streifen) in den Jahren 1865 bis 1868. Sie wirkt sich dahin aus, daß an Bildstellen, an welchen längs einer Linie eine unstetige Änderung in der Tönung — z. B. von einer weißen Fläche in eine graukeilförmig nach schwarz übergehende — auftritt, ein deutlich sichtbar überbetont heller Randstreifen gesehen wird, der im photometrisch ausgemessenen Bild nicht vorhanden ist. Dieser Effekt beeinflußt in starkem Maße die Erkennbarkeit von Bilddetails. Der Verfasser hat gute Gründe für die Vermutung, daß diese Erscheinung eine unmittelbare Folge des Umstandes ist, daß die Erkennbarkeit von Bilddetails sehr kleiner Abmessungen vom Lichtstromkontrast, das ist vom *Produkt* des Verhältnisses von Leuchtdichtedifferenz zur Leuchtdichte des Umfeldes mal der Detailfläche σ, also von $(\Delta B/B) \cdot \sigma$, abhängt, während die Erkennbarkeit großer Details nur vom Leuchtdichtekontrast selbst, d. h. nur von $\Delta B/B$ abhängig ist [siehe[1])]. Ein Testbild zur Gütebeurteilung von Fernseh- oder optisch gegebenen Projektionsbildern, welches diese Eigentümlichkeit unseres

Sehvermögens berücksichtigt, würde es somit gestatten, mit seiner Hilfe zu einer Gütekennzeichnung zu gelangen, die sich auf die *empfindungsgemäße* Erkennbarkeit von Bilddetails bezieht. Die Berücksichtigung der genannten Besonderheit unseres Sehvermögens ist mit einem vom Verfasser vorgeschlagenen Testbild, wie es Fig. 1 zeigt, gegeben. Bei diesem Testbild dienen eine Anzahl vertikal nebeneinander in Abszissenrichtung geordneter und hinsichtlich ihres Leuchtdichtekontrastes $\Delta B/B$ abgestufter keilförmiger Sehobjekte zur Festlegung einer Grenzkurve, die den Bereich des Nichtmehr-

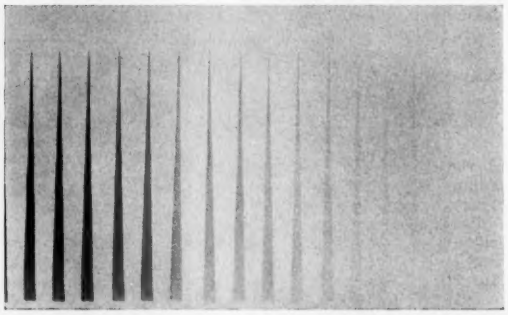


Fig. 1. Testbild, bestehend aus einer Anzahl äquidistant angeordneter Keile mit in der Abszissenrichtung abnehmender Kontraststufung. Die zu jeder Kontraststufe gerade noch erkennbare Detailgröße ergibt sich aus dem Ordinatenwert der Keile, von dem an Unerkennbarkeit eintritt

erkennbaren von dem des Erkennbaren trennt. Diese Grenzkurve ist bei ideal guten Projektionen — oder Fernsehbildern — nur abhängig vom Sehvermögen des Betrachters. Bei real gegebenen Bildern verlagert sie sich jedoch um so mehr zu kleineren Ordinatenwerten, je mehr die Güte der Projektionsbilder vom Sehvermögen des Augenapparates in ungünstigem Sinne abweicht. Dieses Testbild kann für bestimmte Anwendungen in geeigneter Weise modifiziert werden. Zum Beispiel zur zahlenmäßigen Fixierung des jeweiligen Ordinatenwertes der Grenzkurve durch Anbringung einer Ordinatenskala oder durch Auflösung der Keile in kreisflächenförmige, numerierbare einzelne Bildelemente. Für eine Anwendung eines derartigen Testbildes bei Fernsehanlagen ist es notwendig, wie eine Diskussion mit Below, Springer, Arp und anderen ergeben hat, zur Einstellung der Apparatur auf reproduzierbare Festwerte im äußeren Umfeld der beschriebenen Testzeichen großflächige Schwarz-Weiß-Stufen und vertikal und horizontal angeordnete sog. „Besen"-Zeichen zur Scharfeinstellung beizufügen.

Institut für Angewandte Physik der Universität, Kiel

Werner Kroebel

Eingegangen am 8. Januar 1958

[1]) Kroebel, W.: Naturwiss. 45, 105 (1958).

Präparationsmethode zur Untersuchung von Mineralkörnern mit Kernemulsion

Der Vorteil der Einbettung von Mineralkörnern in verflüssigte Kernemulsion[1],[2]) besteht in der unmittelbaren Umhüllung der Körner mit der die α-Strahlen sichtbar machenden Emulsion, so daß über den Ursprung der α-Strahlen größtmögliche Aussagen gemacht werden können. Zugleich entstehen aber durch die Umhüllung mit einer relativ niedrig brechenden Substanz ($n \sim 1{,}535$ bei Ilford C 2) und die vielfach starke Häufung von α-Spuren bei der Identifizierung der Mineralkörner große Schwierigkeiten, die sich auch bei Verwendung eines Drehkonoskopes[3]) nicht vollständig beheben lassen. Das trifft besonders auf Gemische von Mineralien zu, wie sie bei der Untersuchung von Gesteinen auf Radioaktivität anfallen, da in Gesteinen im allgemeinen nur die Akzessorien merkliche Radioaktivität aufweisen und diese hohe Lichtbrechung besitzen. Eine sichere Identifizierung kann aber durch Anwendung des folgenden Verfahrens ermöglicht werden.

Die zu untersuchenden Körner werden an einen mit einer sehr dünnen Gelatinehaut überzogenen [hergestellt durch Eintrocknen eines Tropfens Gelatinelösung (0,5%)] Objektträger durch Befeuchtung mit Wasser-Azetongemisch (1:1) und Trocknung angeklebt. Die Körner haften dann meist so gut, daß die Identifizierung mit Hilfe verschiedener, beliebig oft zu wechselnder Immersionsflüssigkeiten durchgeführt werden kann[4],[5]). Durch Photographie oder anderweitig wird das Wiederfinden und Wiedererkennen der Körner gesichert. Darauf wird das Präparat mit verflüssigter Kernemulsion begossen und nach Trocknung, entsprechend langer Exposition und Entwicklung wiederum, und zwar nun auf α-Spuren untersucht. Die angeklebten Körner verbleiben dabei an der Stelle, die sie innehatten, so daß die Identifizierung gesichert ist.

Zur Demonstration des Verfahrens wurde mit den akzessorischen Schwermineralien aus dem Ramberggranit (Harz)[5]) wie beschrieben verfahren und ein interessantes Korn, das aus einer orientierten Verwachsung von Zirkon und Xenotim (c-Achse beider Kristalle parallel) besteht, hier abgebildet.

Die Identifizierung von Xenotim und Unterscheidung desselben von Zirkon und Monazit ist nur in Medien mit hoher Lichtbrechung eindeutig möglich[6]). Auf diese Weise ist auch

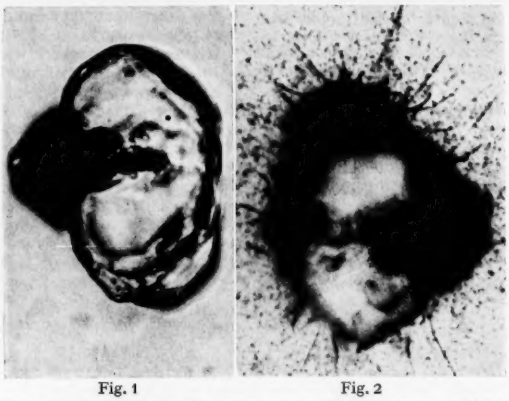


Fig. 1 Fig. 2

Fig. 1. Zirkon-Xenotim-Verwachsung, an Objektträger angeklebt, Immersionsflüssigkeit $n = 1{,}67$, größter Durchmesser des Korns 0,067 mm

Fig. 2. Das gleiche Korn in Kernemulsion mit den Spuren der α-Strahlen, 12 Tage exponiert

der helle Teil des in Fig. 1 gezeigten Kornes als Xenotim identifiziert, der dunkle Teil als (getrübter, stark zonarer) Zirkon. Zur Verbesserung der photographischen Abbildung wurde eine Einbettungsflüssigkeit mit niedrigerem n (=1,67) verwendet.

Nach Begießung mit Kernemulsion (Ilford C 2 *in gel form*) und nach 12tägiger Exposition zeigte das gleiche Korn (Fig. 2) eine recht bedeutende α-Aktivität im Xenotimteil, während der Zirkonteil nur sehr schwache Aktivität aufweist. Zur Erklärung dieses Unterschiedes ist zu sagen, daß Xenotim als Yttriumphosphat in größerem Maße Thorium ins Gitter aufzunehmen vermag als Zirkon. Es ist aber zu bemerken, daß andere Zirkon-Xenotim-Körner des gleichen Gesteins nicht solche Unterschiede in der Radioaktivität aufweisen.

Man vermag mit dieser Methode Radioaktivitätsunterschiede an Teilbereichen eines mikroskopischen Korns zu erkennen und diese Teilbereiche auch mineralogisch zu identifizieren.

Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Halle

Günter Hoppe

Eingegangen am 18. Februar 1958

[1]) Ford, I. H., u. C. D. Ollier: Nature [London] 176, 834 (1955). [2]) Picciotto, E.: Bull. Soc. Belge Géol. 65, 257 (1956). — [3]) Schumann, H.: Mikroskopie 6, 104 (1951). — [4]) Marshall, C. E., u. C. D. Jeffries: Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 10, 397 (1945). — [5]) Hoppe, G.: Geologica 9 (1951). — [6]) Hutton, C. O.: Amer. Mineralogist 32, 141 (1947).

Elektronenbeugung auf metamiktem Ampangabeit aus Madagaskar

Im Rahmen der Forschungen über metamikte Minerale[1]) wurde auch mit dem elektronographischen Feststellen etlicher Minerale dieses Types begonnen. Da die Ergebnisse interessant waren, lege ich diese Mitteilung vor, in der ich mich auf Beobachtungen an dem metamikten Ampangabeit aus Madagaskar beschränke.

Zur Feststellung des Kristallcharakters des metamikten Minerals Ampangabeit, der in die Gruppe der komplizierten Oxyde mit Niob, Tantal und Titan gehört, wurde Elektronenbeugung verwendet, als die Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchung negativ blieben[1]). Die von anderen Autoren[2]),[3]),[4]) bei der Verwendung der Röntgenanalyse der Struktur bei metamikten Mineralen erzielten Ergebnisse führten zur Behauptung, daß es bei der Umwandlung in den metamikten Zustand — der durch das Einwirken der radioaktiven Strahlung auf das ursprüngliche Gitter des Kristalls entsteht, wobei manche Elemente (z. B. U, Th), welche sich direkt am Aufbau des Kristalls beteiligen, die Quelle der Strahlung sind — zum Zerfall des ursprünglichen Kristallgitters kommt, was zur Bildung der amorphen Phase führt. Diese Ansicht war im Einklang mit der „Isotropisation" des

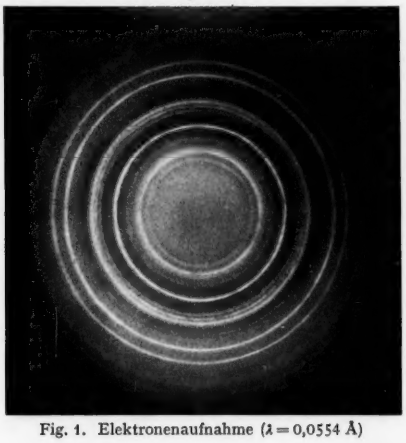


Fig. 1. Elektronenaufnahme ($\lambda = 0{,}0554$ Å)

Minerals, mit dem glasartigen Aussehen und der Formlosigkeit dieser Minerale für die Röntgenstrahlung. Die Diffraktionslinien konnte man hier erst durch das Glühen des Naturzustandes erreichen[1–4]).

Das Ziel unserer Untersuchung war es, festzustellen, ob das metamikte Mineral Ampangabeit aus Madagaskar im Naturzustand kristallisches Gefüge aufweist. Die experimentelle Arbeit wurde auf dem Elektronen-Diffraktographen, und zwar

Tabelle 1. *Werte d_{hkl} und Intensität der Reflexion*

$\lambda = 0{,}0554$ Å				$\lambda = 0{,}0517$ Å			
I	*d*	*I*	*d*	*I*	*d*	*I*	*d*
4	3,25	5	1,152	4	3,25	3	1,145
10	2,82	1	1,093	10	2,82	1	1,090
5	2,62	1	1,005	3	2,63	1	1,015
6	2,36	2	0,946	4	2,36	2	0,994
10	1,99	2	0,899	10	1,99	2	0,934
2	1,70	2	0,869	2	1,69	2	0,886
3	1,63	1	0,818	2	1,62	2	0,843
5	1,568	1	0,784	4	1,556	2	0,776
1	1,415	2	0,758	1	1,415	2	0,752
1	1,352	1	0,686	1	1,340	1	0,683
7	1,267			5	1,255		

mittels der Durchgangsmethode, bei ungeglühtem Material im Naturzustand durchgeführt. Eine winzige Menge des fein geriebenen Musters wurde dispersionsartig in der Lösung des Kollodiums in Amylazetat zerstäubt. Dann wurde mit Hilfe der geläufigen experimentellen Technik ein Häutchen gebildet und Elektronogramme angefertigt, und zwar bei zwei Wellenlängen: $\lambda = 0{,}0554$ Å und $\lambda = 0{,}0517$ Å. Die Entfernung des Präparates von der Photoplatte war $r = 417{,}5$ mm. Die Auswertung des Elektronogrammes gibt Tabelle 1 wieder. Fig. 1 zeigt das Elektronogramm für $\lambda = 0{,}0554$ Å.

Aus dem Ergebnis geht hervor, daß man den Zustand des auf metamikte Weise umgeänderten Ampangabeits aus Madagaskar nicht als amorph ansehen kann, daß er sich vielmehr aus fein kristallischen Komponenten zusammensetzt, die infolge der Empfindlichkeit und der kurzen Wellenlänge der Elektronenstrahlen durch diese feststellbar sind, während die Röntgenstrahlung wegen ihrer größeren Wellenlänge hier nicht mehr genügend empfindlich ist. Erst beim Glühen, wo es zur Rekristallisation kommt, bilden sich genügend große Kristallite, welche bestimmte Diffraktionslinien darbieten[1]).

Eingehende Ergebnisse der Beobachtungen des metamikten Zustandes bei Ampangabeit, Pisekit und Samarskit sind Gegenstand einer zusammenfassenden Arbeit, welche von Vl. Bouška, dem ich für das Gewähren des experimentellen Materials danke, veröffentlicht werden wird.

Forschungsinstitut für das Eisenhüttenwesen, Prag, Tschechoslowakei

Vladimír Havel

Eingegangen am 20. Februar 1958

[1]) Bouška, Vl.: Persönl. Mitteilung 1957. — [2]) Faessler, A.: Z. Kristallogr. **104**, 81 (1942). — [3]) Pabst, A.: Amer. Mineralogist **37**, 127 (1952). — [4]) Berman, J.: Amer. Mineralogist **40**, 805 (1955).

Ein experimenteller Beweis für die Existenz der Kantenversetzungen an den Grenzen der Kristalle des angelassenen Martensits

Nach dem Versetzungsmodell der mosaikartigen Struktur der Kristalle*) des angelassenen Martensits[1a]), welche mit dem Elektronenmikroskop bestimmt wurde[1b]), sollen an den Grenzen dieser Kristalle Kantenversetzungen vorhanden sein. In der Literatur wurde bisher, soweit ich feststellen konnte, die Existenz dieser Versetzungen experimentell nicht bewiesen, und es existiert auch keine Arbeit, die sich theoretisch oder experimentell mit den Grenzen dieser Kristalle befaßt. Deswegen sollten diese Versetzungen experimentell untersucht werden.

Die Versetzungen an den kleinwinkligen Grenzen der Körner und Subkörner gelang es schon durch spezielles Ätzen bei einer Reihe von Metallen und Legierungen sichtbar zu machen, z. B. bei Aluminium[2]), Zink[3]), Niob (Columbium) und Tantal[4]), bei der Eisen-Chrom-Legierung[5]) u. ä. Nach dem Ätzen erscheinen die Spuren der Versetzungen als eine Folge von Punkten, kleinen Trichterchen, die sich kettenförmig entlang der Grenzen aufreihen, so daß man sie leicht unter dem Mikroskop beobachten kann. Die Möglichkeit des Anätzens ist gemäß der Versetzungstheorie dadurch gegeben, daß unter bestimmten Bedingungen, wie z. B. beim Altern oder Aushärten, die Atome der in dem Kristall enthaltenen Verunreinigungen zu diesen Versetzungen diffundieren, wodurch sich an diesen Stellen die Aktivität des Metalls gegenüber dem Ätzmittel im Vergleich zu den übrigen Stellen des Kristalls ändert. Dieses Verhalten wurde auch in der vorliegenden Arbeit benutzt. Man geht dabei von der in verschiedenen Theorien der „Anlaßsprödigkeit" allgemein angenommenen Voraussetzung aus, daß es beim Entstehen der sog. „Anlaßsprödigkeit" in den legierten Stählen zur Segregation der Atome der Verunreinigungen in Richtung der Kristallgrenzen des angelassenen Martensits und hier eventuell zu ihrem Ausscheiden in Form von Präzipitat kommt. Eine experimentelle Bestätigung gelang bisher nicht; man kann aber als sicher annehmen, daß das Entstehen der „Anlaßsprödigkeit" durch Segregation oder Präzipitation der im Stahl unerwünschten Beimischungen zu den Grenzen der ursprünglichen γ-Körner und zu den Grenzen des angelassenen Martensits bedingt wird.

Wir wählten eine Eisenlegierung mit 1% Mn, 1,01% Si, 0,64% C und 0,006% N, von der bekannt ist, daß sie stark zur „Anlaßsprödigkeit" neigt. Diese wurde bei ihr durch Erwärmen auf 520° C und Abkühlen in Wasser hervorgerufen, dem ein Anlassen von 3 Std bei 650° C und ein langsames Abkühlen im Ofen vorangegangen waren. Die Versprödung wurde teils durch die Änderung des Verlaufs des Bruches vom transkristallischen zum interkristallischen (er wurde auf den zur vernickelten Bruchfläche vertikalen Schliffen bestimmt), teils durch den Vergleich der Transittemperaturen des versprödeten und des nichtversprödeten Zustandes kontrolliert. Die warm bearbeiteten Muster wurden metallographisch bis zum Feinheitsgrad 4/0 geschliffen und elektrolytisch poliert, dann in einer Ätherlösung von Pikrinsäure mit Zephiranchlorid geätzt, danach leicht überpoliert[6]) und die Oberfläche in Äthylalkohol und Benzen abgespült. Beobachtet wurde mit einem metallographischen Mikroskop (Zeiss-Neophot).

Fig. 1 zeigt die geätzte Fläche. Die Grenzen der Kristalle des angelassenen Martensits sind durch eine Folge von gleich weit voneinander entfernten, diskreten Punkten gekennzeichnet, welche die Diskontinuität der Segregation der Atome der Verunreinigungen beweisen. Da nach der Ver

setzungstheorie ähnliche Folgen von Punkten als Spuren von Kantenversetzungen anzusehen sind, kann man die Existenz von Kantenversetzungen an den Grenzen des angelassenen Martensits als bewiesen behaupten.

In Fig. 1 sind ebenfalls die geätzten Grenzen der ursprünglichen γ-Körner sichtbar, welche, mit Rücksicht auf den diffusionslosen Charakter der martensitischen Transformation, im angelassenen Stahl auch nach der Transformation des Austenits zu Martensit erhalten bleiben. Die geätzten

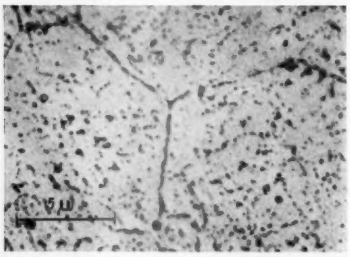


Fig. 1. Spuren von Kantenversetzungen an den Kristallgrenzen des angelassenen Martensits und Spur der ursprünglichen γ-Körner (starke verzweigte Linie in der Mitte)

Spuren sind im Verhältnis zu den Spuren an den Kristallgrenzen des angelassenen Martensits viel tiefer, ungleichmäßig voneinander entfernt und kommen in größeren Mengen vor, im absoluten Einklang mit den Vorstellungen der Versetzungstheorie[7]), daß durch den Einfluß der bedeutenden Unregelmäßigkeit des Baues des Kristallgitters im Bereich der Korngrenzen in den Körnern die Diffusion fremder Atome bzw. die Geschwindigkeit des Wuchses der Präzipitationszentren größer als im Innern der Kristalle ist.

Forschungsinstitut für das Verkehrswesen, Ressortanstalt des Verkehrsministeriums, Prag, Tschechoslowakei

ALOIS MAŠÍN

Eingegangen am 31. Januar 1958

*) Terminologie, die aus den Arbeiten G. V. KURDJUMOVs übernommen wurde.

[1]) MAŠÍN, A.: a) Z. Naturforsch. (im Druck). – b) Ann. Physik **19**, 257 (1956). – c) Dokl. Akad. Nauk SSSR. (im Druck). – [2]) HIRSCH, P. B., R. W. HORNE u. M. Y. WHELAN: Phil. Mag. **1**, 677 (1956). – [3]) GILMAN, J. J.: J. of Metals **8**, 998 (1956). – [4]) MICHAEL, A. B., u. F. J. HUEGEL: Acta metallurgica **5**, 339 (1957). – [5]) MAŠÍN, A., u. V. HARAL: Acta phys. Hung. (im Druck). — [6]) COHEN, J. B., A. HURLICH u. M. JACOBSON: Amer. Soc. Metals, Preprint **1946**, No 17. – [7]) COTTRELL, A. H.: Dislocations and plastic flow in crystals. Oxford 1953.

Neubestimmung der Kristallstruktur von Azurit, $Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$

Bei der Überprüfung der Brasseurschen Struktur für Azurit[1]) stellte sich heraus, daß sie prinzipielle Fehler in den Sauerstoff- und Kohlenstofflagen enthält. Die Neubestimmung wurde aus Patterson-Projektionen parallel [010] und [100] mit anschließenden Fourier-Verfeinerungen durchgeführt. Gitterkonstanten und Parameter wurden wie folgt bestimmt:

$a = 5{,}00$ Å, $b = 5{,}85$ Å, $c = 10{,}35$ Å, $\beta = 92° 20'$

Raumgruppe: $P\,2_1/c - C_{2h}^5$ Zellinhalt: $Cu_6(OH)_4(CO_3)_4$

Parameter:

	x	y	z
2 Cu(1)	0	0	0
4 Cu(2)	0,252	0,495	0,085
4 OH	0,092	0,810	0,442
4 C	0,329	0,298	0,319
4 O(1)	0,098	0,391	0,339
4 O(2)	0,447	0,215	0,422
4 O(3)	0,431	0,306	0,214

Die Zuverlässigkeitsfaktoren für diese Struktur betragen $R_{[010]} = 0{,}08$ und $R_{[100]} = 0{,}13$. Die Sauerstoffe der CO_3-Gruppen und die Hydroxyle umgeben die Cu-Atome planar quadratisch, wobei Cu(1) von zwei Hydroxylen und zwei O(1) umgeben ist; Cu(2) hingegen von zwei Hydroxylen sowie O(2) und O(3). Die Abstände Cu↔O (bzw. OH) liegen zwischen 1,88 und 2,05 Å (Mittel: 1,96 Å), die C↔O-Abstände in der Karbonatgruppe zwischen 1,23 und 1,31 Å (Mittel: 1,28 Å). Jeder Sauerstoff der Karbonatgruppe gehört auch einem Kupfer an; die Hydroxyle verbinden jeweils drei Cu-Atome. Die weiteren Nachbarn bewirken für die Cu(2) im ganzen eine

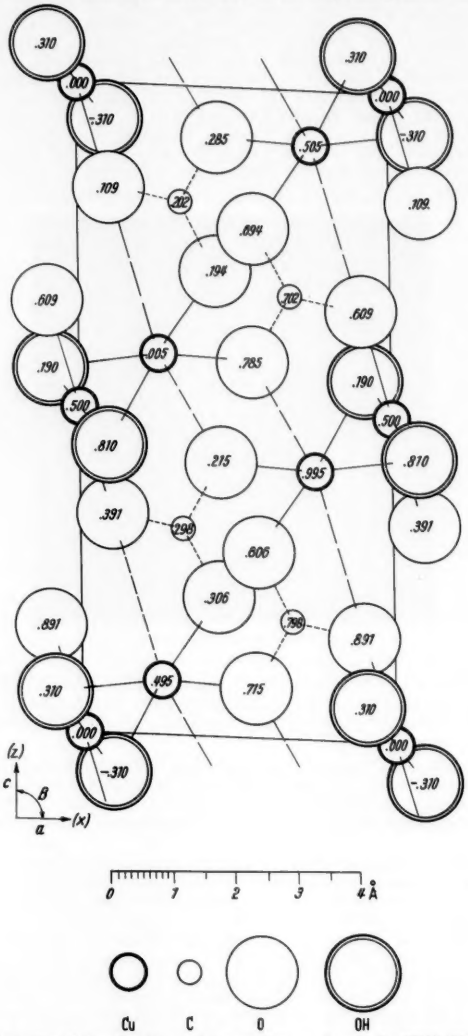


Fig. 1. Projektion der Atomschwerpunkte von Azurit, $Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$ parallel [010]. Die planaren 4-Koordinationen um die Cu sind ausgezogen, die „oktaedrische" Ergänzung für Cu(2) ist gestrichelt und die CO_3-Gruppe punktiert gezeichnet

stark deformierte oktaedrische 4+1(+1)-Koordination; für Cu(1) liegen die weiteren Nachbarn sehr unregelmäßig. Fig. 1 zeigt die Atomschwerpunkte in der Projektion parallel [010].

Die Struktur wird weiter verfeinert; die ausführliche Publikation darüber wird an anderer Stelle erfolgen.

Mineralogisch-Kristallographisches Institut der Universität, Göttingen

G. GATTOW und J. ZEMANN

Eingegangen am 20. Februar 1958

[1]) BRASSEUR, H.: Z. Kristallogr., Mineral., Petrogr., Abt. A **82**, 195 (1932).

Reduction Potentials of Conjugated Systems

In the recent times attempts have been made by various workers to correlate the reduction potentials, especially the polarographic half-wave potentials, $E_{\frac{1}{2}}$, of aromatic compounds with their π-electronic energy. Thus MACCOLL[1]) suggested that

Table 1. *Half-wave potentials and energy indices of aromatic compounds*

Compound	$E_{\frac{1}{2}}$ (volt)	E_p (β)	$E_0[(\alpha-\alpha_c)/\beta]$
Naphthalene	1·98	3·68 (1—4)	0·618
Anthracene	1·46	3·31 (9—10)	0·414
Tetracene	1·14	3·25 (5—12)	0·294
Pentacene	0·86	3·18 (6—13)	0·219
Phenanthrene	1·94	3·77 (1—4)	0·605
3—4 Benzophenanthrene	1·75	3·74 (1—4)	0·567
Chrysene	1·81	3·74 (1—4)	0·520
1—2 Benzanthracene	1·53	3·41 (7—12)	0·452
Pyrene	1·61	4·38 (1—13)	0·445
Triphenylene	1·97	3·79 (1—4)	0·684
1:2—3:4 Dibenzanthracene	1·54	3·49 (9—14)	0·499
1:2—5:6 Dibenzanthracene	1·35	3·51 (7—14)	0·473
1:2—7:8 Dibenzanthracene	1·57	3·51 (7—14)	0·491

$E_{\frac{1}{2}}$ should be directly proportional to the energy of the lowest unoccupied orbital of the molecule, while BASU and BHATTACHARYA[2]) noticed a linear relationship between $E_{\frac{1}{2}}$ and para localisation energy of a number of aromatic hydrocarbons. MACCOLL's suggestions get support from the fact that in tetrahydro furan mono- and di- negative ions of aromatic compounds are formed in presence of metallic sodium[3]). It is also equally well established that in the reduction of aromatic hydrocarbons by sodium and alcohol hydrogen addition takes place at the para positions[4]). KOLTHOFF and LINGANE[5])

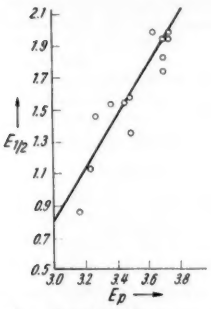


Fig. 1. Para-localisation energy E_p vs. half-wave potential $E_{\frac{1}{2}}$

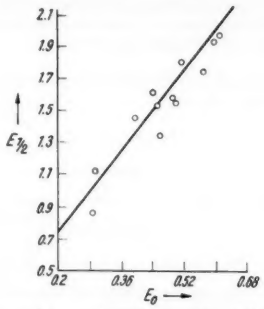


Fig. 2. Lowest empty orbital energy E_0 vs. $E_{\frac{1}{2}}$

have noticed a similarity between sodium-alcohol reduction and polarographic reduction of aromatic hydrocarbons. It is therefore evident that the suggestions of MACCOLL and of BASU and BHATTACHARYA are reasonably justified by experimental facts. Recent publication of the Dictionary of Molecular Constants by COULSON and DAUDEL and the experimental data of the half-wave potentials of a large number of aromatic hydrocarbons[6]) inspired us to analyse the effectiveness of the two methods over a larger number of compounds than has been done so far. In the table 1 are given the half-wave potentials, $E_{\frac{1}{2}}$, minimum para localisation energy, E_p, and the energy of the lowest unoccupied orbital E_0, for a number of aromatic hydrocarbons. The plot of $E_{\frac{1}{2}}$ vs E_p as well as of $E_{\frac{1}{2}}$ vs E_0 are given in Figs. 1 and 2.

It is evident that only an average linear plot is obtained in both cases and the points are rather widely scattered. As these hydrocarbons undergo irreversible reduction at the dropping mercury electrode, the potential is not associated with a well defined thermodynamic quantity. We can not therefore expect any better agreement between the experimental and theoretical quantity and none of the suggestions can describe the actual situation exactly. MACCOLL's method, however, is applicable to any π-electron system but BASU and BHATTACHARYA's method is possible if and only if the reduction takes place by the para addition of protons. The latter method is an outcome of the attempt to visualise the reduction process as a chemical reaction between molecules and electrons.

Department of Chemistry, University College of Science, 92 Upper Circular Road, Calcutta-9, India

(Miss) RAMA BHATTACHARYA and SADHAN BASU

Eingegangen am 24. Februar 1958

[1]) MACCOLL, A.: Nature [London] **163**, 178 (1949). — [2]) BASU, S., and R. BHATTACHARYA: J. Chem. Physics **25**, 596 (1956). — [3]) CHU, T., and S. YU: J. Amer. Chem. Soc. **76**, 3367 (1954). — [4]) CLAR, E.: Aromatische Kohlenwasserstoffe. Berlin: Springer 1948. — [5]) KOLTHOFF, I., and J. LINGANE: Polarography, Vol. 2. New York: Interscience Inc. 1952. — [6]) BERGMEN, E.: Trans. Faraday Soc. **50**, 829 (1954).

Elektrochemische Untersuchung der Reduktionsgleichgewichte von Metalloxyden

Wie F. HUND und W. DÜRRWÄCHTER[1]) zeigen konnten, ist das im CaF_2-Gitter kristallisierende Thoriumoxyd in der Lage, ohne Änderung des Gittertyps Lanthanoxyd bis zu einem Gehalt von 52 Mol-% $LaO_{1,5}$ aufzunehmen. Auf Grund der Dreiwertigkeit des Lanthans treten dabei entsprechend der Zusammensetzung des Mischkristalls Leerstellen im Teilgitter der Sauerstoffionen auf, die eine hohe ionische Leitfähigkeit bewirken. Neben dieser Sauerstoffionenleitung ist auch elektronisches Leitvermögen vorhanden, das jedoch bei geringen Sauerstoffdrücken ($<10^{-6}$ atm) völlig verschwindet[2]). Damit bieten diese Mischoxyde die Möglichkeit, folgende interessante Kette

$$\mathrm{Pt}\,|\,\mathrm{Me}+\mathrm{MeO}\,|\,\text{Festelektrolyt}\,|\,\mathrm{CO}+\mathrm{CO_2}+\text{Eisenoxyd}\,|\,\mathrm{Pt}$$

zu untersuchen. Sie verhält sich wie eine Sauerstoffkonzentrationskette, deren EMK durch

$$E=\frac{RT}{4F}\ln(p'/p'')$$

bestimmt ist und deren Sauerstoffdrücke p' und p'' einerseits durch den Zersetzungsdruck des Metalloxyds, andererseits durch das Gleichgewicht $CO+\frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons CO_2$ festgelegt werden. Bei Durchgang von 2 Faraday-Äquivalenten läuft in der Zelle reversibel die Reaktion $Me+CO_2=MeO+CO$ ab. Wird das $CO-CO_2$-Mischungsverhältnis an der rechten Elektrode konstant gehalten, so findet man bei allen untersuchten Systemen eine lineare Abhängigkeit der EMK von der Temperatur. Die

Tabelle 1

Reaktion	ΔH^+(kcal)	ΔS^+ (cal/Grad)	Untersuchter Temperaturbereich
$0{,}95\,Fe+CO_2=Fe_{0,95}O+CO$	$+4{,}14\pm0{,}03$	$+4{,}98\pm0{,}03$	670—1250°C
$Co+CO_2=CoO+CO$	$+12{,}50\pm0{,}04$	$+3{,}97\pm0{,}03$	760—1310°C
$Ni+CO_2=NiO+CO$	$+12{,}48\pm0{,}09$	$+0{,}66\pm0{,}07$	880—1300°C
$2Cu+CO_2=Cu_2O+CO$	$+27{,}40\pm0{,}06$	$+2{,}95\pm0{,}06$	780—1020°C

Tabelle 1 gibt eine Aufstellung der aus den Meßwerten errechneten Reaktionsenthalpien und -entropien, die gut mit den nach anderen Methoden erhaltenen Literaturwerten übereinstimmen.

Für das ebenfalls untersuchte $FeO-Fe_3O_4$-Gleichgewicht ergibt sich $\log(p_{CO}/p_{CO_2})=-2{,}1245+1808{,}2/T$. Da sich die Zusammensetzung des Wüstits im Gleichgewicht mit Magnetit stark mit der Temperatur ändert[3]), ist in diesem Falle ΔH^+ und ΔS^+ nicht direkt zu ermitteln.

Das hier beschriebene elektrochemische Verfahren hat gegenüber der üblichen analytischen Untersuchung der sich über dem Metall-Metalloxyd-Gemisch einstellenden $CO-CO_2$- bzw. H_2-H_2O-Atmosphäre den Vorteil, auch dann nicht zu versagen, wenn im Gleichgewicht die eine Gaskomponente nur in ganz geringen Mengen vorliegt oder der Sauerstoffdruck des Oxyds nicht hoch genug ist, um direkt manometrisch meßbar zu sein.

Institut für Physikalische Chemie der Universität, Rostock

H. PETERS und G. MANN

Eingegangen am 4. März 1958

[1]) HUND, F., u. W. DÜRRWÄCHTER: Z. anorg. allg. Chem. **265**, 67 (1951). — [2]) PETERS, H., u. H. H. MÖBIUS: Im Druck. — [3]) DARKEN, L. S., u. R. W. GURRY: J. Amer. Chem. Soc. **67**, 1898 (1945).

Das thermische Verhalten der Sulfide des Thalliums

Der Dampfdruck von flüssigem Tl_2S (FP = 449° C) gehorcht der Gleichung

$$\lg p=-8100/T+7{,}82.$$

Die zwischen 800 und 1000° C nach der Mitführungsmethode[1]) erhaltenen Meßwerte zeigt die Tabelle 1.

Tabelle 1

t °C	T °K	$10^3\ T^{-1}$	p (Torr)	lg p	v (ml/min)
800	1073	0,930	1,3	0,11	26,0
820	1093	0,915	2,2	0,34	29,4
844	1117	0,896	3,9	0,59	21,0
884	1157	0,865	6,7	0,82	24,5
920	1193	0,838	10,4	1,02	24,2
960	1233	0,811	17,7	1,25	22,6
992	1265	0,791	27,6	1,44	21,1

Daraus erhält man die folgenden thermodynamischen Daten:

Siedepunkt bei 760 Torr: KP = 1640° K = 1367° C,
Verdampfungsenthalpie: L_s = 36,9 kcal/mol,
Verdampfungsentropie: ΔS_T = 22,5 Cl/mol.

Die Analysen der Kondensate und des Rückstandes entsprechen der theoretischen Zusammensetzung von Tl_2S; eine thermische Dissoziation findet nicht statt. Im System Thallium/Schwefel existieren nach HAHN und KLINGLER[2]) außer Tl_2S die Verbindungen TlS, TlS_2 und Tl_4S_3, wobei jedem individuellen Gittertyp eine zum Teil beträchtliche Phasenbreite zukommt. Nach unseren Untersuchungen sind alle höheren Thalliumsulfide thermisch nicht beständig. TlS spaltet in Stickstoff ab 500° C Schwefel ab, oberhalb 850° C ist die Dissoziation in Tl_2S und Schwefel vollständig. Auch beim TlS_2 verläuft die Schwefelabspaltung quantitativ in Richtung Tl_2S, beginnt jedoch schon beim Siedepunkt des Schwefels. Dieser Befund steht in Einklang mit früheren Ergebnissen[2]),[3]), wonach die Phase TlS_2 ein Polysulfid mit sehr locker gebundenem Schwefel ist.

Oberhalb 900° C sind sowohl TlS als auch TlS_2 vollständig in Tl_2S und Schwefel dissoziiert, die Röntgendiagramme der Kondensate und Rückstände zeigen übereinstimmend die Linien des Tl_2S.

Im System Thallium/Schwefel ist daher Thallium(I)sulfid die einzige thermisch stabile Verbindung.

Braunschweig, Anorganisch-Chemisches Institut der Technischen Hochschule

FRANK KLANBERG und HANS SPANDAU

Eingegangen am 28. Februar 1958

[1]) SPANDAU, H., u. F. KLANBERG: Z. anorg. Chem. (erscheint demnächst). — [2]) HAHN, H., u. W. KLINGLER: Z. anorg. Chem. **260**, 110 (1949). — [3]) SCATTURIN, V., u. E. FRASSON: Ann. Chimica **43**, 561 (1953). — Ric. sci. **26**, 3382 (1956).

Dehydrating Decomposition of Alumina Trihydrate

The view has, until quite recently, been accepted that the alumina trihydrate is thermally decomposed through a singular sequence of consecutive transformation[1]),[2]),[3]). Contrary to this view recently, a dual transformation opinion

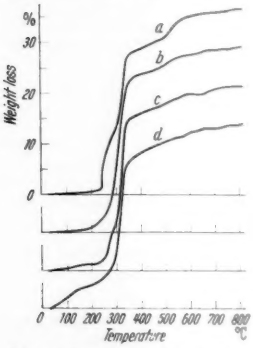


Fig. 1. Curve of weight loss on the heating of alumina trihydrate. *a* Hydrargillite-I; *b* Hydrargillite-II; *c* Bayerite-I; *d* Bayerite-II

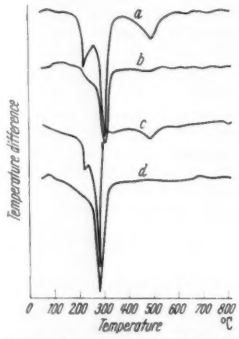


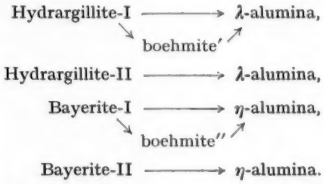
Fig. 2. Curve of differential thermal analysis of alumina trihydrate. *a* Hydrargillite-I; *b* Hydrargillite-II; *c* Bayerite-I; *d* Bayerite-II

concerning the thermal decomposition of the hydrargillite was introduced[4]),[5]). Furthermore, DAY et al.[6]) suggested that the boehmite is produced from the alumina trihydrates by means of a secondary reaction.

In order to investigate these problems, the author carried out the thermobalance examination, the differential thermal analysis, and the X-ray diffraction studies on the various alumina trihydrates which were prepared by the seeding decomposition, the autoprecipitation, and the blowing decomposition of carbon dioxide from the alkali aluminate solutions. As the results of these experiments, it was observed that the behavior of each thermal decomposition on the hydrargillite and the bayerite has two types. Fig. 1 and 2 are shown as the examples for these results of the thermobalance examination and the differential thermal analysis.

Fig. 1 shows that every peak which appears in Fig. 2 represents the reaction of the dehydration. Then, as shown in Fig. 2, the dehydration reaction of the first step has close relations with that of the third step. Moreover, from the curve of hydrargillite-I or bayerite-I in Fig. 1, it is supposed that the dehydrating decomposition of the alumina trihydrate occurs through two routes as suggested[4]) for the case of hydrargillite. However, if the thermal decomposition of the hydrargillite should occur in accordance with either BROWN'S[4]) or DAY'S[5]) opinion, the decomposed product at about 500° C has to yield the alumina of double phases. Nevertheless, according to ALEXANIAN[7]) and GLEMSER et al.[8]), its product is constructed from a single phase. It was also seen from the author's X-ray diffraction study that each product derived from the hydrargillite or the bayerite on heating is formed by a single phase.

In consequence of these, the author concluded that the dehydration of alumina trihydrate proceeds as represented by the following scheme;



The author will publish these results in detail elsewhere.

Government Chemical Industrial Research Institute, Hatagaya, Shibuya-ku, Tokyo, Japan

TAICHI SATO

Eingegangen am 10. Februar 1958

[1]) STUMPF, H.C., A.S. RUSELL, J.W. NEWSOME and C.H. TUCKER: Ind. Engng. Chem. **42**, 1398 (1950). — [2]) THIBON, H., J. CHARRIER and R. TERTIAN: Bull. Soc. chim. France **1951**, 384. — [3]) For example, GREGG, S. J., and K.S.W. SING: J. Physic. Chem. **56**, 388 (1952). — PRETTRE, M., B. IMELIK, L. BLANCHIN and M. PETITJEAN: Angew. Chem. **65**, 549 (1953). — [4]) BROWN, J.F., D. CLARK and W.W. ELLIOTT: J. Chem. Soc. [London] **1953**, 84. — [5]) DE BOER, J.H., J.M.H. FORTUIN and J.J. STOGGRDA: Proc. Kon. nederl. Akad. Wetensch. B **57**, 170, 434 (1954). — Chem. Abstr. **49**, 6785h, 15647b (1955). — [6]) DAY, M.K.B., and V.J. HILL: Nature [London] **170**, 539 (1952). — J. Physic. Chem. **57**, 946 (1953). [7]) ALEXANIAN, C.: C. R. Acad. Sci. [Paris] **240**, 1621 (1955). — [8]) GLEMSER, O., and G. RIECK: Angew. Chem. **67**, 652 (1955).

On the Behaviour of the Cu(II)-histidine Complex

On investigating the paper chromatography of amino acid-Cu(II) complexes[1]) it was observed that—in contrast with the other Cu(II)-amino acid complexes—the deep blue color of the aqueous solution of Cu(II)-histidine first turned into green, then into brown. This process takes place in forty days. The phenomenon does not appear in nitrogen atmosphere. No mention has been found in the literature available to us about this phenomenon. Owing to the great importance of the chemistry of amino acid metal complexes we have examined the changes observable in the spectrophotometric and polarographic properties.

The fresh solution of Cu(II)-histidine at $p_H = 7$ exhibits a sharp maximum at 740 mμ, but in 1 n HCl the spectrum corresponds to that of the Cu(II) aquo and chloro complexes, resp. (Fig. 1). At such a low p_H the Cu(II)-histidine complex is totally decomposed. In contrast with this, the spectrum of the stale solution has no structure and in 1 n HCl it exhibits a very low band at about 800 mμ (Fig. 2). Consequently, the solution contains a very stable Cu(II) complex which does not decompose in acidic solutions. As to the unstructured spectrum, it is very likely that the solution does not contain only one absorbing compound.

The results of the polarographic examination of the fresh and stale solutions are consistent with the results of spectrophotometric experiments. In the polarogram of freshly prepared Cu(II)-histidine in 1 n HCl two waves appear ($E = -0{,}078$ V; $E = -0{,}33$ V v.s.c.), while in the stale solution only one wave may be observed ($E = -0{,}210$ V).

HEARON, BURK and SCHADE[2]) observed that on the autoxidation of Cu(I)-histidine "the solution becomes dark-colored, resembling charred organic matter". We have

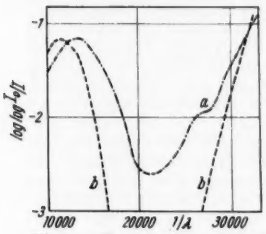


Fig. 1. The spectra of fresh solutions. *a* neutral, *b* acidified solution

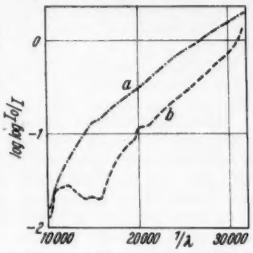


Fig. 2. The spectra of stale solutions. *a* neutral, *b* acidified solution

reproduced this experiment and from the spectrophotometric and polarographic study of the solution obtained it was concluded that the compound formed is either the same, or very similar to that which arises from the Cu(II)-histidine in a longer time.

We are carrying out further physico-chemical and preparative study to get informations on the nature and composition of the complex(es) in question.

Institute of General and Physical Chemistry
J. CSÁSZÁR and L. KISS

Institute for Inorganic and Analytical Chemistry, University of Szeged, Szeged, Hungary
M. T. BECK

Eingegangen am 25. Januar 1958

[1]) BECK, M.T., and J. CSÁSZÁR: Acta chim. Acad. Sci. Hung. 7, 465 (1955). — [2]) HEARON, J.Z., and D. BURK: J. Nat. Cancer Inst. 9, 337 (1949).

Die Anwendung von Pyridinderivaten in der analytischen Chemie

Die in der anorganisch-analytischen Chemie verwendeten organischen Reagenzien sind fast ausnahmslos Chelatbildner, deren Metallchelate die Konfigurationen

meistens in fünf- oder sechsgliedrigen Ringen, enthalten. Diese Konfigurationen sind auch für die Metallchelate solcher Pyridinabkömmlinge zu erwarten, die an den dem Pyridinstickstoff benachbarten Kohlenstoffatomen durch funktionelle Gruppen mit geeigneten Donatoren substituiert sind, so wie es bei vielen Derivaten des 2-Methylpyridins und des 2,6-Dimethylpyridins der Fall ist.

Vorläufige Untersuchungen an Pyridin-2-carbonsäure (Picolinsäure), Pyridin-2,6-dicarbonsäure (Dipicolinsäure), Pyridin-2-aldehyd, Pyridin-2-aldoxim, Pyridin-2,6-dialdoxim, Picolinsäurethioamid, Pyridin-2-oxymethansulfonsäure, 2-Picolylamin, 2-Picolylmethylamin, Bis-(2-pyridyl-)glykol, Pyridoin, Pyridil und Bis-(2-pyridyl-)äthylen sowie an Chinolin-2-aldehyd haben ergeben, daß alle diese Verbindungen mit zahlreichen Metallen Chelate bilden, von denen einige sehr intensiv gefärbt und, besonders in alkalischen Lösungen, außerordentlich stabil sind. Aus der großen Fülle von Reaktionen seien hier nur einige wichtige und typische Beispiele herausgegriffen.

Zweiwertiges Eisen bildet mit Pyridin-2,6-dialdoxim einen intensiv rot gefärbten Komplex, der gegen heiße, starke Natronlauge weitgehend beständig ist und beim Zusatz von Äthylendiamintetraacetat-Ionen nicht zerlegt wird. Das gleiche Reagenz ergibt mit Mangan(II)-ionen in ammoniakalischem Milieu dichroitische, in dünner Schicht blaugrüne, in dicker Schicht rote Komplexlösungen. Kräftig blaue Eisenkomplexe erhält man mit Picolinsäurethioamid. Blau gefärbte Substanzen entstehen auch bei der Reaktion von Kobalt (II)-ionen mit Picolylamin oder mit Picolylmethylamin in natronalkalischer Lösung. Die Lösungen dieser Substanzen werden beim Durchleiten von Luft allmählich schwach rosa, nehmen aber nach genügend langem Erhitzen wieder ihre ursprüngliche blaue Farbe an, die unter Luftabschluß auch in der Kälte bestehen bleibt. Dieser Prozeß läßt sich mehrfach wiederholen. Möglicherweise sind die blauen Kobaltverbindungen in ähnlicher Weise zur reversiblen Sauerstoffaufnahme fähig wie das Bis-(salicylaldehyd-)äthylendiiminkobalt(II) und viele seiner Derivate. — Ammoniakalische Lösungen von Pyridin-2-oxymethansulfonsäure ergeben mit zweiwertigem Kobalt in empfindlicher Reaktion weinrote Lösungen.

Besonderes Interesse verdienen die Reaktionen mit Pyridin-2-aldehyd. Die Metallchelate dieser Verbindung sind zwar selbst weniger durch auffallende und intensive Färbungen ausgezeichnet; sie gehen aber zum Teil in Gegenwart solcher Substanzen, die eine oder mehrere primäre Aminogruppen enthalten, z. B. Ammoniak, Hydroxylamin, Hydrazin, primäre aliphatische Amine, Diamine, Oxyamine, in intensiv gefärbte Verbindungen über. So liefert das Eisen(II)-chelat mit Pyridin-2-aldehyd in Soda-alkalischem Milieu mit Ammoniak, Hydroxylamin, primären aliphatischen Aminen oder Oxyaminen intensiv rot gefärbte Lösungen, mit Äthylendiamin violette Lösungen, die zum Nachweis und gegebenenfalls auch zur quantitativen Bestimmung der genannten Substanzen benutzt werden können, da entsprechende Umsetzungen mit sekundären und tertiären Aminen nicht eintreten. Das Verhalten der Aminosäuren gegenüber dem Pyridin-2-aldehyd-eisenchelat gleicht weitgehend dem der übrigen Aminoverbindungen. Eine violette, gut kristallisierende Verbindung erhält man auch beim Umsatz des Pyridin-2-aldehyd-eisenchelates mit Thiocyanationen.

Auf die eben beschriebene Weise lassen sich auch Chelate aus Pyridin-2-aldehyd und 2-Picolylamin darstellen, deren besonderes Merkmal ungewöhnlich intensive Färbungen sind: Das Eisenchelat ist schwarzviolett, das ziemlich schwerlösliche Nickelchelat dunkelrot, das Kobaltchelat blau, das Palladiumchelat grün gefärbt. Bemerkenswert ist das Verhalten des in schwach basischem Milieu, z. B. in Sodalösung entstehenden, orange gefärbten Zinkchelates: Bei der Extraktion mit Butanol geht es mit kräftig weinroter Farbe in die organische Phase. Das braune Kupferchelat zeigt sehr deutlich den eingangs bei den blauen Picolylamin-kobaltchelaten beschriebenen Effekt. Seine Lösungen werden beim Durchleiten von Luft oder auch schon bei kurzem kräftigem Schütteln im offenen Reagenzglas blaugrün; beim Stehen stellt sich dann innerhalb weniger Minuten die ursprüngliche braune Farbe wieder ein. Dieser Vorgang läßt sich, den bisherigen Beobachtungen zufolge, sehr oft wiederholen.

Die hier beschriebenen Reaktionen lassen sich zum Teil zur quantitativen Bestimmung von Metallionen, von Ammoniak, Aminoverbindungen und Thiocyanationen heranziehen. Darüber wird demnächst an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Institut für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie, Dortmund-Aplerbeck, Marsbruchstr. 186, Bau I, in Zusammenarbeit mit der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster
HEINRICH HARTKAMP

Eingegangen am 23. Januar 1958

Über papierchromatographische Trennung von Trithionen

Die Problematik unserer Arbeit stellte uns vor die Aufgabe einer chromatographischen Trennung und Identifizierung kleiner Trithionmengen. Zu diesem Zweck wurde eine Methodik ausgearbeitet, die sowohl mit einzelnen Trithionen als auch mit ihren Gemischen zufriedenstellende Ergebnisse liefert. Das Ergebnis zahlreicher Versuche weist auf den Vorteil der Papierimprägnation hin, während chromatographische Trennungen auf nichtimprägnierten Papieren mit verschiedenen organischen Lösungsmitteln unbefriedigende Resultate liefern. Hier nämlich wandern die Trithione entweder zu der Front des Lösungsmittels oder bilden gestreckte, bandartige Flecke.

Wir selbst benutzten in unseren Versuchen Whatman-Papier Nr. 1 und imprägnierten es entweder mit einer 30%igen äthanolischen Formamidlösung oder einer 20%igen petrolätherischen Petroleumlösung (Sp. der Petroleumfraktion 190 bis 210° C). Als mobile Phase wurde bei der Formamidimprägnation Petroläther, bei der Petroleumimprägnation 80%iges Äthanol verwendet und die chromatographische

Trennung bei absteigender Anordnung in Glaswannen ohne vorheriges Äquilibrieren durchgeführt. Hier sei bemerkt, daß sich die Trithione gleichzeitig mit den Dämpfen des organischen Lösungsmittels aus dem Papier verflüchtigen, mit ein Grund für eine ausgiebige Dampfsättigung der Kammer während des Arbeitsganges. Diese Voraussetzung wurde durch die Auskleidung der chromatographischen Wannen mit Filterpapier erfüllt, das mit seinem unteren Abschnitt in das auf dem Wannengrund befindliche Lösungsmittel eintaucht und vorher mit der gleichen Flüssigkeit getränkt wurde. Am besten bewährten sich hier schmale Wannen mit verhältnismäßig kleinem Rauminhalt. Die Trennung der Trithione hängt besonders bei in Petroläther entwickeltem, formamidimprägniertem Papier von der Ganggeschwindigkeit des Lösungsmittels ab. Auch unter Beibehaltung möglichst konstanter Bedingungen stellten sich im Verlaufe unserer Studien Variationen der R_f-Werte ein, und aus diesem Grunde wurden die Ergebnisse auf R_f des 2,3-Diphenyltrithiones (DPhT) bezogen. Diese Größe (R_{DPhT}) wird als das Verhältnis zwischen der Startentfernung des Trithionfleckes und jener des DPhT definiert.

Bei formamidimprägnierten Papieren beträgt der R_f-Wert des DPhT etwa 0,95. Die R_{DPhT}-Werte weichen also von jenen des R_f nicht allzusehr ab. Bei petroleumimprägnierten Papieren ist die Wanderungsgeschwindigkeit des DPhT verhältnismäßig geringer, und aus diesem Grunde liegen die R_{DPhT}-Werte im allgemeinen über 1,00.

Da die gelbe Eigenfärbung der Trithione unbeständig ist, ist es vorteilhaft, sie mit einem Ferrichlorid-Ferricyanid-Spray oder -Bad zu fixieren (1%ige Ferricyanidlösung + 10%ige Ferrichloridlösung, 1:1, frisch gemischt). Nach der Entwicklung blauer Flecke wird dann das Chromatogramm mit verdünnter Salzsäure stabilisiert und mit Wasser gewaschen. Derart fixierte Chromatogramme sind farblos oder hellblau, die Flecke als Folge einer katalytischen Reaktion unter Bildung von Berlinerblau dunkelblau. Da aromatische Trithione hierbei langsam reagieren, wird durch das Reagenz das chromatographische Papier bedeutend dunkler angefärbt. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, nicht die volle Entwicklung derartiger Trithionflecke abzuwarten und die Reaktion mit Salzsäure zu unterbrechen, wodurch ein blaugrüner oder grüner Farbton erzielt wird. Auf solche Weise behandelte Chromatogramme können beliebig lange aufbewahrt werden.

Auf Papieren, die mit Petroleumfraktion imprägniert wurden, stellt sich zum Unterschied von formamidimprägnierten Papieren eine Umkehrung der Fleckenreihenfolge ein. Ein Vergleich beider Verfahren ermöglicht eine bessere Identifikation unbekannter Trithione. Auf formamidimprägnierten Papieren gelingt leicht die Differenzierung von Trithionen mit kleinen aliphatischen Substituenten, während sich weniger polare Trithione (R_f-Werte um 0,8 bis 0,95) mit großen Substituenten nicht allzusehr voneinander unterscheiden. Bei petroleumimprägnierten Papieren ist das Gegenteil der Fall: hier können leicht weniger polare Trithione getrennt werden, während solche mit kleinen Substituenten höhere, voneinander schlecht differenzierte R_f-Werte erreichen. Die R_{DPhT}-Werte gewisser Trithione werden in der Tabelle 1 für Whatman-Papier Nr. 1, imprägniert mit Formamid bzw. mit Petroleum, angegeben. Für die formamidimprägnierten Papiere gelten die Werte für eine Ganggeschwindigkeit des Petroläthers von 30 cm/100 min.

Tabelle 1. *R_{DPhT}-Werte einiger Trithione*

Trithion	Imprägnation durch	
	Formamid	Petroleum
Trithion	0,22	1,35
3-Methyltrithion	0,45	1,26
2-Methyltrithion	0,55	
2,3-Dimethyltrithion*)	0,77	1,32
2-Propyl-3-methyltrithion*)	1,00	1,08
3-Phenyltrithion	0,84	1,02
3-(p-Methoxyphenyl)trithion*)	0,68	1,12
2-Methyl-3-phenyltrithion		0,85
2-(p-Methoxyphenyl)-3-phenyltrithion	0,94	1,10

*) Für die bezeichneten Stoffe danken wir herzlichst Herrn Professor Dr. ARTHUR LÜTTRINGHAUS.

Für technische Mitarbeit danke ich Herrn J. NOVÁK.

Endokrinologisches Forschungsinstitut, Prag, ČSR.

LUDĚK JIROUSEK

Eingegangen am 15. Februar 1958

Notes on a Blue Fluorescent Substance in Urine

Some of the carcinogens have a distinctive fluorescent spectrum, consisting of bands in the blue region. This property is frequently used for the detection of these substances. Only a few references[1], [2]) are listed describing a biological material with fluorescent properties corresponding to those of the synthetic carcinogens, and these investigations did not completely determine the biological and chemical properties of the fluorescent material.

A blue fluorescent substance from urine described by STEVENS and DICK[1]) was first detected in 1935. This urinary substance must be a material of biological significance, but its biological properties require investigation. The last sample of the substance was prepared at the University of Chicago in 1939 and this sample has been reserved for future reference.

Recently, Professor ANDREW C. IVY has taken an interest in this matter, along with the author. The fluorescent property of the 1939 specimen of the substance extracted from calf urine has been examined and an important change has been found in its fluorescent spectrum. The spectrum now shows three bands in the blue region, in contrast with the two bands when originally prepared. The material has been stored in an air-tight bottle, exposed to air at temperatures from 20° C to 34° C.

The change in the fluorescent spectrum indicates a significant change in the structure of the fluorescent molecule. This matter should receive careful consideration if work on this problem is again undertaken.

The author is calling attention to the change observed in the fluorescent spectrum, because lack of funds prohibits further research at this time. However, the 1939 sample will be retained for future spectroscopic examination.

Department of Clinical Science, University of Illinois, 1853 West Polk Street, Chicago 12, Illinois

DANIEL S. STEVENS

Eingegangen am 4. März 1958

[1]) STEVENS, D.S., and G.F. DICK: J. Lab. Clin. Med. **31**, 1251 (1946). — [2]) FLORSHEIM, W.H., and B. KRICHESKY: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **75**, 693 (1950).

Eine Verbesserung der Raymond-Reaktion auf Herzglykoside

Die von RAYMOND[1]) angegebene Bestimmung von Herzglykosiden mit m-Dinitrobenzol gehört zu den befriedigendsten unter den Verfahren, welche den Butenolidring nachweisen[2]). Der Hauptnachteil dieser Methode ist die große Unbeständigkeit der entwickelten Farbsalze. Die Reaktion ist bisher immer in Äthanol ausgeführt worden. Kürzlich haben WENDLAND und LOHMANN[3]) gezeigt, daß in Pyridin die Farbsalze des m-Dinitrobenzols mit gewissen Ketosteroiden auffallend beständig sind. Bei einer eingehenden Untersuchung wurde nun gefunden, daß in Pyridin auch die entsprechenden Farbsalze von Cardenolid- und Digitanol-Verbindungen eine hohe Stabilität besitzen. Die Überlegenheit über die alte Ausführungsform der m-Dinitrobenzol-Reaktion[4–6]) drückt sich weiter in 3- bis 7fach höherer Empfindlichkeit aus (untere Erfassungsgrenze jetzt etwa $5 \cdot 10^{-10}$ Mol der jeweiligen Verbindung in 2,0 ml). Auch im Vergleich zu anderen Methoden, welche auf der Reaktion von Polynitro-Verbindungen mit der aktiven Methylengruppe im Laktonring basieren, stellt das neue Verfahren das weitaus empfindlichste dar.

Tabelle 1. *Geschwindigkeit der Farbsalz-Bildung, Lage der Absorptionsmaxima und Höhe der molaren Absorptionskoeffizienten bei der m-Dinitrobenzol-Reaktion in Pyridin*

Verbindung	t_{max} min	λ_{max} mμ	ε_{max} [cm²/Mol]
Digitoxin	15	562—580	29500
Gitoxin	0,7	570—580	24400
Digoxin	10	570—580	28200
Allo-Cymarin	10	562—576	25700
Iso-Strophanthidin	60	558—578	20800
Diginin	15	566—586	37300

In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse mit einigen typischen Vertretern der untersuchten Verbindungen zusammengestellt. Die Reaktion wird mit einer 0,5- bis 5,0%igen m-Dinitrobenzol-Lösung in gereinigtem Pyridin ausgeführt, der verdünnte Natronlauge zugesetzt ist (0,1 ml n/20 NaOH/2,0 ml). Nach Erreichen der maximalen Farbentwicklung bei 25° wird die

Reaktion durch Zumischen einer pyridinischen Borsäure-Lösung (0,05 ml n/5 H_3BO_3/2,0 ml) unterbrochen und anschließend die optische Dichte gemessen. Auf Grund der günstigen Lage der Absorptionsmaxima in der Nähe der Hg-Linie 578 mμ kann die Messung praktisch ohne Verlust an Empfindlichkeit mit einem einfachen Filtergerät (Metallinterferenz-Filter) ausgeführt werden. In der Geschwindigkeit der Farbsalzbildung, in den Absorptionsspektren (Nebenmaxima) und in der Beständigkeit der Farbsalze gegen Lauge und Säure zeigen gewisse Gruppen von Verbindungen charakteristische Unterschiede. Das unterschiedliche Verhalten wird neben der besonderen Konstitution einiger Verbindungen vor allem von der Position der Hydroxylgruppen am Steroidkern bestimmt.

Ausführliche Veröffentlichung im Arch. exp. Path. u. Pharmakol.

Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Berlin-Buch

KURT REPKE

Eingegangen am 27. Februar 1958

[1]) RAYMOND, W.D.: Analyst **63**, 478 (1938); **64**, 113 (1939). — [2]) CANBÄCK, T.: J. Pharm. Pharmacol. **1**, 201 (1949). — [3]) WENDLAND, W., u. K. LOHMANN: Biochem. Z. **328**, 420 (1957). — [4]) CANBÄCK, T.: Svensk farmac. Tidskr. **54**, 201 (1950). — [5]) ANDERSON, R.C., u. K.K. CHEN: J. Amer. Pharmac. Assoc. **35**, 353 (1946). — [6]) U.S.P. XIV. Easton (Pa): Mack Publishing Company 1950.

Über die Wirkung des Lichtes und der Dunkelheit auf die „Substanz P" in der Retina

Auf Grund unserer früheren Arbeiten kamen wir zur Vermutung, daß die „Substanz P" (SP) ein rein physiologisches Tranquillans sei[1]). Sie ähnelt in ihrer Wirkung den sog. zentralen relaxanten Mitteln, den von BERGER[2]) so genannten Tranquillantia aus der Propandiolreihe. Es war interessant, die Wirkung verschiedener Pharmaka auf die Menge der SP im ZNS zu untersuchen. ZETTLER[3]) einerseits und PAASONEN und VOGT[4]) andererseits waren zu entgegengesetzten Resultaten gelangt. Uns interessierte der Effekt natürlicher Reize auf die Menge der SP im ZNS, und deswegen führten wir[5]) diesbezügliche Versuche mit Wildhasen aus, welche im Angstzustande an Hyperthyreose erkranken[6]). Da die Retina ein Teil des ZNS ist, untersuchten wir die Wirkung von Licht und Dunkelheit als physiologische Reize auf die Menge der SP. Dies ist auch deswegen interessant, weil DUNER, EULER und PERNOW[7]) zeigen konnten, daß in der Retina von Rindern und Hunden SP enthalten ist.

Wir verdunkelten oder belichteten ein Auge der Kuh; das andere benutzten wir zur Kontrolle. Für jede einzelne Bestimmung benutzten wir vier Retinae, da eine einzelne viel zu wenig Gehalt an SP aufwies, um sichere Resultate zu gewährleisten. SP bestimmten wir an isoliertem Meerschweinchendarm unter Zugabe von 10^{-7} Atropin, 10^{-7} Phenergan und 10^{-5} Tryptamin. Sechs Kontrollversuche zeigten uns, daß in frischer Retina etwa 2 E/g an SP enthalten sind. In dunkelgehaltenen Augen fanden wir regelmäßig mehr SP als in den Kontrollaugen. Wir führten 15 Messungen durch, davon nur fünf quantitativ, und bekamen als größten den Wert von 4 E/g. In allen Experimenten war der Gehalt der Kontrollaugen an SP niedriger. Das belichtete Auge hatte regelmäßig fast um 100% weniger SP als das Kontrollauge. Es fragt sich nun, welche Funktion die SP in der Retina hat. Schon LEMBECK[8]) machte die Beobachtung, daß SP bei der Transmission sensibler Reize mitwirken müsse. Vielleicht wirkt SP so, daß das Auge im Dunkeln sensibler wird und daß durch die Lichteinwirkung diese transmittorische Substanz verbraucht wird. Wir werden nun Versuche durchführen, um zu sehen, ob SP bei der Adaptation des Auges auf Licht bzw. Dunkelheit eine Rolle spielt, und welche Beziehung gegenüber Rodopsin besteht.

Pharmakologisches Institut der Medizinischen Fakultät in Sarajevo

P. STERN und D. KOCIC-MITROVIC

Eingegangen am 14. März 1958

[1]) STERN, P., u. V. DOBRIC: Psychotropic Drugs 448. Amsterdam-London-New York-Princeton: Elsevier Publishing Company 1957. — [2]) BERGER, F.: Ann. N. Y. Acad. Sci. **67**, Art 10, 685 (1957). [3]) ZETTLER, G.: Arch. exp. Path. u. Pharmak. **228**, 513 (1956). — [4]) PAASONEN, M., u. M. VOGT: J. Physiology **131**, 617 (1956). — [5]) STERN, P., u. R. MILIN: In Vorbereitung. — [6]) KRACHT, J., u. U. KRACHT: Virchows Arch. path. Anat. **321**, 238 (1952). — [7]) DUNER, H., U. v. EULER, u. B. PERNOW: Acta physiol. scand. **61**, 113 (1954). — [8]) LEMBECK, F.: Arch. exp. Path. u. Pharmak. **219**, 197 (1953).

Zur Frage der Hitzeinaktivierung des Apyrasesystems der Karpfenmuskulatur

Bei Studien über die Hitzeinaktivierung des Apyrasesystems der Muskulatur wurde Karpfenmuskelbrei in einer Erhitzungskammer aus Metall bei einer Schichtdicke des Breies von 1,5 mm im Wasserbade des Höppler-Thermostaten bestimmten Temperaturen bei verschiedenen Einwirkungszeiten ausgesetzt. Gleich anschließend wurde die Apyrasewirksamkeit des Breies, d.h. seine Fähigkeit, Adenosintriphosphat (ATP) zu Adenosinmonophosphat zu spalten, gemessen. Die ATP-Spaltung erfolgte unter folgenden Bedingungen: 0,5 g Muskulatur, 1 g Seesand, 25 ml Veronalpuffer p_H 7 und 15 mg ATP Na_4-Salz, Einwirkungszeit 70 sec bei 20° C. Zur *P*-Bestimmung wurde eine Modifikation der Methode von BERENBLUM und CHAIN[1]) benutzt. Die erhaltenen Temperatur-Inaktivierungskurven sind in Fig. 1 dargestellt. Sie lassen erkennen, daß der Prozeß der Inaktivierung des Apyrasesystems im Temperaturbereich zwischen 35 und 40° C

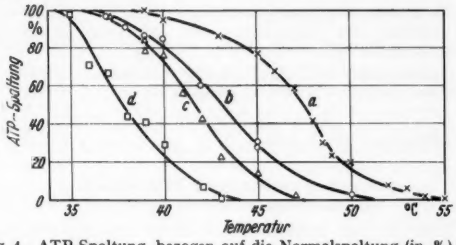


Fig. 1. ATP-Spaltung, bezogen auf die Normalspaltung (in %), als Funktion der Temperatur. Dauer der Temperatureinwirkung: *a* 1 min, *b* 5 min, *c* 10 min, *d* 50 min

beginnt. Die aus unseren Meßergebnissen errechneten ungewöhnlich hohen Temperaturkoeffizienten und die entsprechend große scheinbare Aktivierungsenergie zeigen, daß es sich um einen echten Denaturierungsvorgang handelt. Wir nehmen an, daß der temperaturlabile Faktor des Apyrasesystems das in hohem Maße ATP spaltende Myosin ist, da das in den Sarcosomen lokalisierte, ATP abbauende Enzym von KIELLEY und MEYERHOF in der Fischmuskulatur nur einen Bruchteil der gesamten Adenosintriphosphataseaktivität ausmacht und die außerdem an diesem System beteiligte Myokinase unter natürlichen Bedingungen gegen weit höhere Temperaturen stabil ist.

Für den Biologen mag es interessant sein, daß schon bei Kaltblütern durch die Temperaturempfindlichkeit des Apyrasesystems und wahrscheinlich auch anderer Proteine eine obere Temperaturgrenze gesetzt wurde, die von den Homoiothermen nicht überschritten werden konnte und hier deutlich limitierend in Erscheinung tritt.

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse erfolgt an anderer Stelle.

Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe

W. PARTMANN und G. NEMITZ

Eingegangen am 27. Februar 1958

[1]) BERENBLUM, J., u. E. CHAIN: Biochemic. J. **32**, 295 (1938).

Polarographische Analyse des Neugeborenenblutes

Es ist bekannt, daß bei bösartigen Geschwülsten die polarographischen Kurven der Sera höher sind. Wir untersuchten die Spezifizität dieser Methode. Man kann eventuell die schleunige Entwicklung des Neugeborenen-Organismus mit der raschen mitotischen Zellteilung der Geschwulst vergleichen; wir verglichen deshalb die polarographische Stufenhöhe des Neugeborenen-Serums mit demjenigen des Erwachsenen (Mutterserum). Das zur Untersuchung notwendige fötale Blut haben wir mittels Durchschneiden der Nabelschnur bei normal abgelaufenen Geburten erhalten. Das Mutterblut haben wir einige Stunden nach oder vor der Entbindung der Kubitalvene entnommen. Die gewonnenen Sera wurden nach der Methode von BRDICKA in kürzester Zeit bearbeitet.

Das mit Zusatz von KOH und Sulfosalyzilsäure nach der Methode von BRDICKA untersuchte fötale Serum gibt dem mütterlichen Serum gegenüber sehr herabgesetzte polarographische Kurven (Tabelle 1).

Tabelle 1. *Höhe der fötalen und der mütterlichen polarographischen Kurven in mm*)*

Vs.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
F.S.	12	16	18	12	10	16	18	9	13	12	10	11	13	20
M.S.	20	29	33	17	21	19	22	18	21	35	35	27	23	20
Vs.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
F.S.	14	15	15	15	13	15	18	12	12	13	13	15	8	11
M.S.	25	25	27	36	29	36	32	15	18	32	23	21	23	9
Vs.	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39			
F.S.	15	9	16	20,5	14	23	22	18,5	16	18	17,5			
M.S.	36	32	23	41,5	36	36,5	34,5	43	23	29	24			
Vs.	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49				
F.S.	13,5	13,5	16,5	17	20	16,5	10,5	12	15	16,5				
M.S.	37	24	23	39,5	30	30	23	26,5	27	32,5				

*) Vs. = Versuchsnummer; F.S. = Fötales Serum; M.S. = Mutterserum.

Es scheint kein Zusammenhang zu bestehen zwischen der Entwicklung des Organismus und der polarographischen Wellenhöhe der Sera.

Onkologisches und Biochemisches Institut der Universität zu Marosvásárhely-Tg. Mureş (Rumänien)

L. Bukaresti und Cs. Hadnagy

Eingegangen am 5. Februar 1958

Darstellung von B-Zellen in Pankreasinseln und von Neurosekret mit Pseudoisocyanin

Scheibe und Zanker[14]) verwenden Pseudoisocyanindiäthylchlorid als Farbstoff mit starken metachromatischen Fähigkeiten. Mit Heparin, Chondroitinschwefelsäure und Hyaluronsäure tritt der Farbstoff in „reversibel polymerer Form" mit sehr charakteristischer schmaler Absorptionsbande[12]) in Erscheinung. Verantwortlich sind ionisierte, in geeigneten Abständen voneinander liegende $SO_3(^-)$ oder $COO(^-)$-Gruppen. Im histologischen Schnitt hat sich bisher mit Pseudoisocyanin beim Knorpel ein dem Heparin ähnlicher metachromatischer Effekt erzielen lassen[12]), nach eigenen Beobachtungen auch an Mastzellen. In beiden Fällen handelt es sich um Gewebsbestandteile, die von vornherein freie Sulfosäure-Gruppen aufweisen.

Über die Entstehung freier SO_3H-Gruppen durch die histotechnische Gewebsbehandlung oder während eines Färbeprozesses bestehen Vermutungen. Einige Autoren führen die elektive färberische Darstellung von Gewebsstrukturen durch die Aldehydfuchsin- und Chromhämatoxylinfärbung nach Gomori (z. B. Neurosekret des hypothalamo-neurohypophysären Systems, β-Granula der Pankreasinseln u. a.) auf Sulfosäurenbildung zurück[3]),[10]),[11]). In stark cysteinhaltigen Strukturen sollen durch Oxydation Cysteinsäuren entstehen[7]),[8]), die einem färberischen Nachweis zugänglich sind. Eine Spezifität im histochemischen Sinne liegt diesen Färbungen nicht zugrunde. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß sich wie histologische Schnitte behandelte Präparate cysteinreicher Hormone, z. B. Vasopressin, Oxytocin und Insulin, in vitro mit der Chromhämatoxylinfärbung nach Gomori anfärben lassen[7]),[9]).

Da Mitteilungen über das Auftreten von Metachromasie bei Neurosekret oder in den B-Zellen des Pankreas nach Oxydation fehlen [vgl. [6])], wandten wir Pseudoisocyanin*) in einer Konzentration von 10^{-3} bis 10^{-4} mol zur Färbung von Paraffinschnitten beliebig fixierten Pankreas-, Zwischenhirn- und Hypophysengewebes an. Nach Entparaffinierung wurde 1 bis 3 min mit angesäuertem $KMnO_4$ oxydiert und anschließend mit Pseudoisocyanin gefärbt. Nach kurzem Abspülen mit Wasser wurde mit Karion oder nach Behandlung mit Wintergrünöl in Eukit, Caedax o. ä. eingedeckt.

In den B-Zellen der Langerhansschen Inseln wird durch Pseudoisocyanin eine granuläre Substanz blaustichig rot dargestellt (Fig. 1), die vielfach an dem den Blutkapillaren zugekehrten Zellrand angereichert ist. Gelegentlich sind auch ganze B-Zellen mit diesen Granula angefüllt, seltener liegen in Kernnähe Anhäufungen. Die Darstellung dieser Substanz ist an die Voroxydation gebunden. Ohne diese kann keine Metachromasie erzielt werden. Die A-Zellen und alle anderen Bestandteile der Inseln sind ähnlich dem exokrinen Pankreas unspezifisch orange gefärbt. Diese Beobachtung gilt für Mensch, Hund, Katze, Kaninchen, Ratte, Maus, Meerschweinchen, Goldhamster, Igel und verschiedene Affenarten (Rhesus, Nycticebus, Galago). Eine besondere Abhängigkeit von der Fixierung scheint nicht zu bestehen; verwendet wurden bisher Formol, Bouin, Susa, Zenker.

Die Pseudoisocyaninmethode zum B-Zellen-Nachweis im Pankreas zeichnet sich nach unseren bisherigen Beobachtungen durch Einfachheit und Zuverlässigkeit aus. Auch an menschlichem Sektionsgut gelingt der Nachweis noch längere Zeit nach dem Tode (geprüft bis zu 28 Std), selbst wenn die Gewebsstruktur durch autolytische Veränderungen stark geschädigt ist. In einem Diabetesfall konnte 5 Std post mortem in den B-Zellen eine deutlich positive Reaktion erzielt werden. Nach der Reaktion darf jedoch weder lange gewässert noch mit Aceton, Dioxan, Butyl- oder Äthylalkohol entwässert werden. Chloroform und tertiärer Butylalkohol erhalten einen

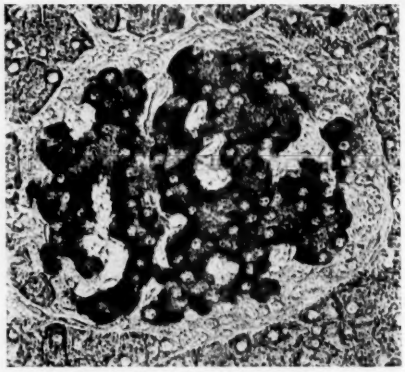


Fig. 1. Langerhanssche Insel einer normalen Ratte. Bouinfixierung Pseudoisocyaninmethode. Metachromatisches Material in den B-Zellen. $\lambda = 578$ µm, Vergr. 400fach

ungleichmäßigen Rest des Reaktionsproduktes. Empfehlenswert ist es, die Farblösung nicht länger als 2 Wochen zu verwenden, da die Reaktionsintensität später nachläßt. Die Präparate selbst sind längere Zeit haltbar.

Vergleichende Untersuchungen der B-Zellen bei verschiedenen Färbemethoden zeigen eine recht gute lokalisatorische Übereinstimmung in der Verteilung der mit Aldehydfuchsin, Pseudoisocyanin und durch SH-Gruppennachweise erfaßbaren Substanz. Experimentelle Belastung des Inselapparates (BZ 55, IPTD, Glyoxal) führt zu einer Abnahme der metachromatischen Substanz. Gelegentlich bestehen Diskrepanzen gegenüber der Aldehydfuchsinfärbung[4]),[5]). Alloxan bedingt eine Abnahme des metachromatischen Materials**). Die Beziehungen zwischen Insulin und der metachromatischen Substanz des Inselapparates werden geprüft.

Das Neurosekret weist mit Pseudoisocyanin nach Oxydation ebenfalls eine deutliche Metachromasie auf. Zwischen der von Bargmann[1]) zur Neurosekretdarstellung angegebenen Chromhämatoxylinfärbung nach Gomori und der Pseudoisocyaninmethode besteht bei normalen Lebewesen Übereinstimmung (Mensch, Hund, Ratte, Schleie). Mit anderen bekannten zur Metachromasie befähigten Substanzen (Toluidinblau, Acridinorange) haben wir weder in den Pankreasinseln noch im neurosekretorischen System Metachromasie erzielen können.

Eine ausführliche Mitteilung erfolgt in der *Histochemie*.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Anatomisches Institut der Universität, Kiel (Direktor: Prof. Dr. W. Bargmann)

T. H. Schiebler

Eingegangen am 27. Februar 1958

*) Für die Überlassung des Farbstoffes danke ich Herrn Priv.-Doz. Dr. V. Zanker, München.

**) Das tierexperimentelle Material verdanke ich Herrn Dr. Helge, Pathologisches Institut, Kiel.

[1]) Bargmann, W.: Z. Zellforsch. **34**, 610 (1949). — [2]) Barrnett, R. J., R. B. Marshall u. A. M. Seligman: Endocrinology **57**, 419 (1955). — [3]) Braun-Falco, O.: Acta histochem. **2**, 264 (1956). — [4]) Creutzfeld, W., u. W. Finter: Dtsch. med. Wschr. **1956**, 892. — [5]) Ferner, H., u. W. Runge: Dtsch. med. Wschr. **1956**, 331. — [6]) Halmi, N. S., u. J. J. Davies: J. Histochem. a. Cytochem. **1**, 447 (1953). — [7]) Landing, B. H., H. E. Hall u. C. D. West: Lab. Invest. **5**, 256 (1956). — [8]) Lillie, R. D., R. Bangle u. E. R. Fisher: Histochem. a. Cytochem. **2**, 95 (1954). — [9]) Rodeck, H.: Pers. Mitt. — [10]) Scott, H. R., u. H. P. Clayton: J. Histochem. a. Cytochem. **1**, 336 (1953). — [11]) Sloper, J. C.: Pers. Mitt. — [12]) Scheibe, G.: Kolloid Z. **82**, 1 (1938). — Z. Elektrochem. **52**, 283 (1948). — [13]) Scheibe, G. u. A. Schauer: Bayr. Akad. d. Wiss. (im Druck). — [14]) Scheibe, G., u. V. Zanker: Acta histochem., Suppl. (im Druck).

Die Bildung von Acetylmethylcarbinol durch die Aktinomycete Streptomyces erythreus

Wie früher gezeigt[1a]), wird die Biosynthese von Erythromycin unter normalen Bedingungen durch einen ungestörten Verlauf der oxydativen Dekarboxylierung der Brenztraubensäure zu Essigsäure bedingt. Wird dieser Prozeß durch Arsenit gehemmt, kommt es zu einer erhöhten Anhäufung von Brenztraubensäure, die von einer sehr wesentlichen Verringerung der Erythromycinproduktion begleitet ist. Im Verlauf der weiteren Kultivierung in Gegenwart von Inhibitoren sinkt die Konzentration des angesammelten Pyruvates bis unter die Höhe der Kontrolle ohne Arsenit, während die Hemmung der Antibiotikumproduktion unverändert bleibt[1b]). Daraus folgerten wir, daß es bei Streptomyces erythreus in Gegenwart von Arsenit zu einer adaptiven Entstehung oder zu einer Intensivierung jener Prozesse der Umwandlung der Brenztraubensäure kommt, die nicht durch diesen Inhibitor blockiert sind und die keinen Bezug auf die Biosynthese des Erythromycins haben. Darum haben wir diese vorausgesetzten enzymatischen Prozesse und einige ihrer Zwischenprodukte genauer analysiert.

Tabelle 1. *Der Einfluß von Arsenit auf die Produktion von Acetylmethylcarbinol durch die Aktinomycete Streptomyces erythreus*

Zusammensetzung des Nährmediums: 3% Glukose, 3% Maisextrakt (Trockengewicht 60%), 0,3% Na_2HPO_4, Co^{++} 4 p.p.m., p_H nach der Sterilisation 6,5. Arsenit wurde seperat sterilisiert und vor der Inokulation zugegeben. Kultivation auf der reziproken Schüttelmaschine bei 28° C.

Arsenit	Tage*)	I	II	III	IV	V	p_H
abwesend	6	30	0,95	2,8	84	76	6,6
	9	100	0,84	1,9	208	86	6,8
	11	150	0,70	0,9	397	79	7,1
	12	90	0,55	0,8	300	74	7,2
anwesend	6	670	1,69	5,9	17	56	5,8
$4 \cdot 10^{-4}$ M	9	900	1,39	3,3	25	63	6,5
	11	2000	0,65	0,6	33	72	7,0
	12	2300	0,59	—	33	66	7,2

*) Alter der Kultur in Tagen. — I Acetylmethylcarbinol (μg/ml). — II Acetaldehyd (mg/ml; die Fähigkeit der Fermentationsflüssigkeit, Bisulfit zu binden, ist in mg Acetaldehyd ausgedrückt). — III Brenztraubensäure (mg/ml). — IV Erythromycin (μg/ml). — V Trockengewicht des Myzels (mg/10 ml).

Die Bestimmung des Erythromycins und der Brenztraubensäure wurde wie früher[1]) durchgeführt. Acetylmethylcarbinol und die Fähigkeit der Fermentationsflüssigkeit, Bisulfit zu binden (ausgedrückt in mg Acetaldehyd), wurden nach NEISH[2]), die oxydative und anoxydative Dekarboxylierung von Pyruvat nach WARBURG bestimmt.

In Gegenwart einer Arsenitkonzentration von $4 \cdot 10^{-4}$ M kam es zu einer anfänglichen Ansammlung von Brenztraubensäure; der p_H-Wert sank ab, glich sich aber im Verlaufe der weiteren Kultivierung dem p_H der Kontrollkultur ohne Inhibitor an. Gleichzeitig mit der Ansammlung von Pyruvat erhöhte sich die Fähigkeit der Fermentationsflüssigkeit, Bisulfit zu binden, was auf eine Erhöhung der Acetaldehydmenge hindeutet. Bei längerer Kulturdauer in Gegenwart von Arsenit wurde das fortschreitende Absinken der Konzentration des angesammelten Pyruvates und Acetaldehydes von einer raschen Steigerung der Acetylmethylcarbinolkonzentration bis zum Werte von 2300 μg/ml begleitet. Bei der Kontrollkultur ohne Inhibitor betrug das Maximum der Acetylmethylcarbinolproduktion 150 μg/ml (Tabelle 1).

Bei einer 15stündigen Inkubation eines ausgewaschenen Myzels von Streptomyces erythreus mit Glukose, Pyruvat oder Acetaldehyd haben wir in Gegenwart von Phosphatpuffer p_H 7,0 festgestellt, daß das Acetylmethylcarbinol bei diesem Actinomyces-Stamm aus allen angegebenen Substraten entsteht.

Bei der Verfolgung der oxydativen und anoxydativen Dekarboxylierung durch Myzel von Streptomyces erythreus mit und ohne Arsenit haben wir festgestellt, daß die oxydative Dekarboxylierung der Brenztraubensäure zu Essigsäure durch Arsenit vollkommen gehemmt ist, während die anoxydative Dekarboxylierung zu Acetaldehyd durch diesen Inhibitor fast nicht gestört wird. Die oxydative sowie auch anoxydative Dekarboxylierung von Pyruvat steigt mit steigendem p_H von 5,0 bis 7,5.

Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß Arsenit bei der Aktinomycete S. erythreus wahrscheinlich die zweite Phase des Prozesses der oxydativen Dekarboxylierung von Pyruvat hemmt, nämlich die Oxydation von Acetaldehyd zu Essigsäure. Infolgedessen kommt es in Gegenwart dieses Inhibitors bei Submerskulturen von Streptomyces erythreus zu einer erhöhten Anhäufung von Pyruvat und Acetaldehyd, der eine adaptive Intensivierung einer Biosynthese von Acetylmethylcarbinol aus diesen Substraten folgt. Die gleichzeitige Hemmung der Produktion von Erythromycin deutet an, daß bei intensiver Umwandlung von Brenztraubensäure und Acetaldehyd in Acetylmethylcarbinol anstatt Essigsäure die Biosynthese dieses Antibiotikums gestört ist.

Biologisches Institut der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaft, Praha 6, Na cvičišti 2

V. MUSÍLEK und V. ŠEVČÍK

Eingegangen am 1. März 1958

[1]) MUSÍLEK, V., u. V. ŠEVČÍK: a) Naturwiss. 45, 86 (1958). — b) Čs. mikrobiol. (im Druck). — [2]) NEISH, A.C.: Analytical methods for bacterial fermentations. National Res. Council of Canada, Report No. 46-8-3, 1952.

Mikrobiologische Untersuchung des bakteriellen Säureabbaus im Wein

Als biologischer Säureabbau[1]), [2]) wird der Abbau der Äpfelsäure zu Milchsäure und Kohlensäure bezeichnet, der gewöhnlich im Wein und Obstwein im Anschluß an die alkoholische Gärung erfolgt und einen wesentlichen Schritt bei der Reifung des Weines darstellt. Die enzymatischen Vorgänge sind kürzlich von JERCHEL, FLESCH und BAUER[3]) eingehend untersucht worden. Aus Weinen des Jahrganges 1956 gelang es, nach der Gärung vier verschiedene Bakterienstämme mit Hilfe von Tomatensaftagar mit Zusatz von Actidion (zur Unterdrükkung des Hefewachstums) zu isolieren. Diese Bakterien haben wie die meisten Milchsäurebakterien die Fähigkeit, Äpfelsäure anaerob zu Milchsäure und Kohlensäure abzubauen. Es handelt sich bei den isolierten Organismen um homofermentative und heterofermentative Milchsäurebakterien, die den bekannten Arten Lactobacillus plantarum und Leuconostoc citrovorum nahestehen, aber nicht mit ihnen identisch sind. Da bereits mehrere heterofermentative, säureabbauende Milchsäurebakterien aus Wein isoliert und bestimmt worden sind[4]), ist anzunehmen, daß der biologische Säureabbau im Wein von einer Reihe von verschiedenen Bakterienarten durchgeführt werden kann. Es wäre wünschenswert, wenn einmal an einer Stelle möglichst viele aus Wein isolierte Bakterien gesammelt und zusammenfassend bearbeitet werden könnten.

Die Kultur der Bakterien gelingt ohne Schwierigkeit auf Tomatensaftagar oder -lösung. Das Wachstum der einzelnen Stämme wird in Tomatensaft durch einen p_H-Wert von weniger als 3,1, einen Gehalt von mehr als 18 Vol.-% Äthylalkohol (einige Stämme zeigen starke Hemmung bei 10 Vol.-% Alkohol) und einen SO_2-Gehalt von mehr als 150 mg/Liter SO_2 vollständig gehemmt. Die einzelnen Stämme unterscheiden sich jedoch etwas in ihren Ansprüchen an das Medium, und außerdem ist es möglich, daß sich der Bereich, innerhalb dessen ein Wachstum erfolgen kann, bei einer Beobachtungsdauer von mehreren Monaten etwas erweitert. — Sämtliche untersuchten Bakterienstämme konnten in einer chemisch definierten Nährlösung, bestehend aus 22 Aminosäuren, den Vitaminen der B-Gruppe, Purinkörpern, einigen Carbonsäuren, Mineralsalzen und einer Kohlenstoffquelle kultiviert werden. In der gleichen synthetischen Nährlösung bewirkten die Bakterien den Abbau der l-Äpfelsäure zu Milchsäure und Kohlensäure, was papierchromatographisch nachgewiesen werden konnte. Für den Abbau der l-Äpfelsäure war in einer kohlenhydratfreien, halbsynthetischen Nährlösung die Gegenwart einer geringen Menge von vergärbarem Kohlenhydrat unbedingt erforderlich. Bei einem Stamm genügten jedoch schon etwa 0,1 mg Glucose, um den Abbau von 1 mg Äpfelsäure durchzuführen. In einem Modellversuch wurden die im Wein ablaufenden Vorgänge der alkoholischen Gärung und des Säureabbaus unter ähnlichen Bedingungen wie im Traubenmost (synthetische Nährlösung mit Zusatz von 20% Kohlenhydrat als Glucose, 4‰ l-Äpfelsäure und 4‰ Weinsäure) durchgeführt. Etwa eine Woche nach Einsaat einer geringen Menge Hefe und Bakterien aus Wein waren in der synthetischen Lösung Vergärung des Zuckers und Abbau der Äpfelsäure beendet. In gleicher Weise wurden Gärung und Säureabbau in einem steril filtrierten Traubenmost durch Einsaat einer geringen Hefe- und Bakterienmenge eingeleitet. Bei Bebrütung bei etwa 23° war die Gärung nach 3 bis 4 Tagen, der Säureabbau nach etwa 10 Tagen beendet. Für das Gelingen des Säureabbaus war wesentlich, daß der Traubenmost,

falls erforderlich, durch Entsäuern mit Calciumcarbonat auf einen p_H-Wert von mehr als 3,1 gebracht wurde. Auch bei Abwesenheit von Hefen kamen die säureabbauenden Bakterien in einem steril filtrierten Traubenmost zur Entwicklung und decarboxylierten die Äpfelsäure vollständig zu Milchsäure und CO_2. Die Bildung und Ausscheidung von Wachstumsfaktoren oder Nährstoffen von der Hefe erscheint somit nicht als eine unbedingte Voraussetzung für den biologischen Säureabbau im Wein. Die Gegenwart von Trubstoffen war für die Entwicklung der Bakterien ebenfalls nicht erforderlich. Im Gegensatz zu vorangegangenen Versuchen[2]) wurden die Bakterien durch Kultur in saurem Tomatensaft an niedrige p_H-Werte adaptiert, so daß die Bakterien unter den wenig günstigen Bedingungen des Mostes nicht abstarben, sondern sich vermehrten.

Durch die vorliegenden Untersuchungen, die an anderer Stelle[5]) ausführlich dargestellt werden sollen, wurden die Bedingungen aufgezeigt, bei denen die säureabbauenden Bakterien des Weines gedeihen und der Säureabbau erfolgen kann, und damit wurde die bakterielle Grundlage des biologischen Säureabbaus im Wein zweifelsfrei erwiesen.

Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Siebeldingen über Landau/Pfalz (Direktor: Prof. Dr. B. Husfeld)

Ferdinand Radler

Eingegangen am 27. Februar 1958

[1]) Lüthi, H.: Rev. Ferment. Ind. aliment. **12**, 15 (1957). — Schanderl, H.: Die Mikrobiologie des Weines. Stuttgart: E. Ulmer 1950. — [2]) Radler, F.: Naturwiss. **44**, 232 (1957). — Vitis (Landau) **1**, 42 (1957). — [3]) Jerchel, D., P. Flesch u. E. Bauer: Liebigs Ann. Chem. **601**, 40 (1956). — [4]) Bidan, P.: Ann. Technol. **4**, 597 (1956). — Fornachon, J.C.M.: Austral. J. Appl. Sci. **8**, 120 (1957). — [5]) Radler, F.: Arch. Mikrobiol. (im Druck).

Inhibition of Growth of Yeasts by 2.3.5-Triphenyl Tetrazolium Chloride

In recent years the tetrazolium compounds have found wide use as oxidation-reduction indicators, since they are colorless in the oxidized state and colored when reduced. Many times they are incorporated into the medium in which cells are allowed to grow. However, several reports have indicated that these compounds may also inhibit microbial growth when present in sufficient amounts. Weinberg[1]) studied the inhibition of bacteria and molds and found that gram-positive bacteria were inhibited by concentrations of 50 µg/ml, but that the molds were unaffected by 2500 µg/ml. Laskowski[2]) indicated that triphenyl tetrazolium chloride (TTC) inhibited the growth of a baker's yeast at low concentrations. However, Nickerson[3]) grew strains of the yeast *Candida albicans* in media containing TTC as well as other tetrazolium compounds, but reported no inhibition of growth at the concentration used (100 µg/ml).

In attempts to use TTC as an indicator of reduction in growing cultures of yeasts, it was discovered that this compound had the ability to inhibit certain yeasts at quite low concentrations. Other species were relatively resistant. In the tests to be reported here, two-fold dilutions of TTC were added aseptically to an agar medium of the following composition: yeast extract (Difco) 0·7%, KH_2PO_4 0·5%, glucose 3%, agar 2%, p_H 5·5. This agar containing TTC was then poured into petri dishes and inoculated by placing drops of 0·05 ml of aqueous suspensions of the organisms on the surface of the agar. The suspensions were prepared from cells grown on yeast extract agar slants and contained around 10^6 organisms per ml. The plates were incubated at 28° C and observed daily for growth. The lowest concentration of TTC giving complete inhibition at 48 hrs was recorded. In some cases the organisms reduced the TTC as they grew, and this fact was also noted, but did not seem to be related to growth inhibition. The results of growth inhibition for a number of yeasts are presented in Table 1. It is evident that there is a wide range of sensitivities in the various genera. In the case of the genera *Hansenula* and *Saccharomyces*, tests of a number of species indicated that these groups were quite variable. For the genus *Hansenula*, the degree of TTC reduction by 24 hrs old cells is also presented. This was determined by incubating washed cells in 0·5% glucose plus 300 µg/ml TTC for 1 hr at 28° C. It can be seen that there is no correlation between ability to reduce TTC and growth inhibition.

The resistance of some organisms to growth inhibition by TTC cannot be due to impermeability of the compound, since many of these organisms can reduce TTC actively. Laskowski[2]) has indicated that TTC can induce a respiratory deficiency in baker's yeast by preventing synthesis of respiratory mitochondrial-like particles. It is possible that TTC is inhibiting growth by inhibiting the synthesis or function of these particles. The organisms that are not inhibited might have some alternate pathway for energy metabolism which does not require the presence of respiratory particles. TTC might be useful as an agent for taxonomic and genetic characterization of yeasts. In no other group of microorganisms, has such a wide variation in sensitivity been reported. It is interesting that filamentous fungi neither reduce tetrazolium, nor are they inhibited by it[1]). Here again is a distinction between the yeasts and the filamentous fungi.

Table 1. *Inhibition of yeasts by 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride. Values are minimum inhibitory concentrations in µg/ml. Values for degree of TTC reduction are arbitrary units from 0 = no reduction to 4 = intense reduction*

Organism	Inhibition	TTC reduction
Saccharomyces prioranis	8	
Saccharomyces cerevisiae	64	
Saccharomyces carlsbergensis	125	
Saccharomyces lactis	125	
Saccharomyces fragilis	250	
Hansenula subpelliculosa	4	4
Hansenula wingei	64	1
Hansenula canadensis	250	—
Hansenula saturnus	500	4
Hansenula capsulata	> 500	0
Hansenula californica	>1000	0
Hansenula anomala	>1000	3
Endomyces magnusii	250	
Schizosaccharomyces octosporus	250	
Rhodotorula glutinis	500	
Pichia membranaefaciens	> 500	
Torula utilis	>1000	

All of the *Hansenula* species used in this work were kindly supplied by Dr. L. J. Wickerham.

Department of Biology, Western Reserve University, Cleveland 6, Ohio, U.S.A.

Thomas D. Brock

Eingegangen am 13. März 1958

[1]) Weinberg, E.D.: J. Bacteriol. **66**, 240 (1953). — [2]) Laskowski, W.: Heredity **8**, 78 (1954). — [3]) Nickerson, W.J.: J. Gen. Physiol. **37**, 483 (1954).

Einige Versuche mit dem Virus der klassischen Geflügelpest

Den Ehrlich-Ascitestumor benutzte zu Virusarbeiten als erster Landschütz im Frühjahr 1951[1]). Es wurde gefunden, daß sich nach Injektion einer Mischung von Ascitestumorzellen und von Influenzavirus in die Maus kein Tumor bildet. Dieser Entdeckung folgte eine große Zahl amerikanischer Virusarbeiten mit Ascitestumoren. Heute sind Ascitestumoren beliebte Untersuchungsobjekte zum Studium von Zell-Virus-Beziehungen[2]). Gemeinsam mit M. Mussgay wurde Anfang 1955 gezeigt, daß auch das Virus der klassischen Geflügelpest (KP-Virus) das Wachstum des Ehrlich-Ascitestumors unter den früher angegebenen Bedingungen hemmt. Es wurden 25 Mäuse subcutan mit einer Mischung von KP-Virus enthaltender Allantoisflüssigkeit (HA-Titer 2^{-7}) und Ascitestumorzellen (etwa 10^6) gespritzt. 30 Mäuse erhielten die gleiche Menge Ascitestumorzellen allein subcutan injiziert. Nach 4 Wochen waren alle Mäuse aus letzterem Versuch tot. Die mit Tumorzellen und Virus behandelten Tiere bekamen keinen Tumor und überlebten den Versuch noch Wochen bis zur Entblutung.

Vor einigen Jahren wurde eine Hemmung des Ehrlich-Ascitestumors durch menschliches Serum beschrieben[3a]). Haddow zitierte diese Eigenschaft menschlichen Serums im Zusammenhang mit der Hemmung eines Mäuselymphoms durch Meerschweinchenserum, eine Beobachtung, die von Kidd gemacht wurde[4]). Als Ursache dieses Effekts wird eine kürzlich beschriebene Glykolysehemmung bei Ascitestumorzellen in Gegenwart menschlichen Serums vermutet[3b]).

Es lag nahe zu prüfen, ob auch die Unterdrückung des Wachstums beim Ehrlich-Carcinom durch hämagglutinierende Viren aus einer Glykolysehemmung resultiert. Mit dem KP-Virus im Frühjahr 1955 durchgeführte Versuche zeigten jedoch, daß dieses nicht der Fall war. Ebenso wie ein Konzentrat des Virus (10^{14} infektiöse Partikeln) war auch sein Hämagglutinin HA-Titer 2^{-13} (hergestellt nach der Methode von Schäfer und freundlicherweise von Herrn Schäfer überlassen) ohne Einfluß auf die Glykolyse des Ascitestumors[5]).

Diese negativen Ergebnisse sind insofern von Interesse, als GINSBERG u. Mitarb. kürzlich über Hemmung der Glykolyse von Meerschweinchenleukozyten durch das Virus der New-Castle-Krankheit berichteten[4]). Das unterschiedliche Verhalten beider Zellarten könnte damit erklärt werden, daß hämagglutinierende Viren in die Ascitestumorzelle eindringen, nicht dagegen in den Leukozyten. Nach PRINCE und GINSBERG vermehrt sich das NewCastle-Virus nur bis zu nichtinfektiösen Einheiten, die wahrscheinlich Vorstufen des infektionsfähigen Virus sind.

Ein ähnlicher Effekt einer inkompletten Vermehrung wurde mit dem KP-Virus in HeLa-Zellen (Tumorzellen eines menschlichen Cervix-Carcinoms) beobachtet. Nach Infektion der Tumorzellen in Rollröhrchen mit 10^7 infektiösen Partikeln der KP wurden die Zellen durch das Virus nach 48 Std zerstört. Nach 3maliger Passage des jeweiligen Mediums ließ sich ein cytotoxischer Effekt nicht mehr nachweisen. Eine ähnliche Beobachtung an HeLa-Zellen beschrieb HENLE mit einem Influenzavirus[7]). CHAPRONIERE und PEREIRA sahen die cytotoxische Wirkung von KP-Virus an HeLa-Zellen nicht[8]). Jedoch führt letzterer dieses negative Ergebnis auf eine unterschwellige Viruskonzentration zurück. Er erhielt mit 10^6 infektiösen Partikeln einen cytopathogenen Effekt*). Die Konzentrationsbestimmung unseres KP-Virus wurde mit der Dulbecco-Methode durchgeführt.

Die Fähigkeit des KP-Virus, in einer Zellschicht aus 10tägigen Hühnerembryonen auf dem Boden einer Petri-Schale umschriebene Nekrosen zu bilden, wurde von mir im Herbst 1954 mit der Plaque-Technik beobachtet. Über diese wurde kürzlich an anderer Stelle berichtet[3c]). Bei seinen Arbeiten zur Markierung des KP-Virus mit P^{32} hat Herr WECKER auf meinen Vorschlag die Methode der Gewebekultur mit Erfolg zur Markierung benutzt[9]).

Eine Vermehrung des KP-Virus konnte auch in Hühnerherzfibroblasten mit der Rollröhrchenmethode gezeigt werden. Die infizierten Zellen zerfallen in amorphe, körnige Massen. Im Gegensatz zu PEREIRA[10]), der das Virus nicht passagierte, wurde es hier über 10 Passagen in 3 Tage alten Herzfibroblastenkulturen des Hühnchens fortgeführt und der Virustiter mit der Dulbecco-Methode getestet. Daß eine tatsächliche Vermehrung stattgefunden hatte und nicht eine Verschleppung des eingesetzten Virusmaterials, 10^6 plaquebildende Einheiten (pbE), ergab sich aus dem Verhältnis des letzteren zu der bei den Passagen erfolgten Verdünnung.

Interessant ist ein Befund, daß in 6 bzw. 9 Tage alten Fibroblastenkulturen der cytotoxische Effekt und auch die Virusausbeute gering waren. Möglicherweise gibt der Befund einen Hinweis für die von HALLAUER beschriebenen negativen Züchtungsversuche des KP-Virus an Fibroblasten des Hühnchens[11]). Es wäre denkbar, daß die in älteren Fibroblastenkulturen auftretende Kollagenbildung die Zelle gegen eine Infektion mit dem Virus widerstandsfähiger macht.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt. Fräulein R. WAGNER danke ich für ihre gewissenhafte Mitarbeit.

Max-Planck-Institut für Virusforschung, Tübingen

CHRISTOPH LANDSCHÜTZ

Eingegangen am 25. Februar 1958

*) PEREIRA, M. G.: Briefliche Mitteilung vom 9. Juli 1956.

[1]) KAUSCHE, G. A., CHR. LANDSCHÜTZ u. R. SAUTHOFF: Z. Naturforsch. **7b**, 33 (1952). — [2]) KATO, S., K. HAGIWARA u. J. KAMAHORA: Med. J. Osaka Univ. **6**, 39 (1955). — KOPROWSKI, H.: Ann. N. Y. Acad. Sci. **63**, 895 (1956). — [3]) LANDSCHÜTZ, CHR.: Z. Naturforsch. a) **9b**, 406 (1954); b) **11b**, 304, 663 (1956). — c) Dtsch. med. Wschr. **1956**, 1235. — [4]) HADDOW, A.: Ann. Rev. Biochem. **24**, 720 (1955). — [5]) SCHÄFER, W., u. W. ZILLIG: Z. Naturforsch. **9b**, 779 (1954). — [6]) FISHER, T. N., u. H. S. GINSBERG: Virology **2**, 637 (1956). — [7]) HENLE, W.: J. Exp. Med. **101**, 25 (1955). — [8]) CHAPRONIERE, D. M., u. H. E. PEREIRA: Brit. J. Exp. Path. **36**, 607 (1955). — [9]) WECKER, E., u. W. SCHÄFER: Z. Naturforsch. **11b**, 181 (1956). — [10]) PEREIRA, H. G., u. A. E. H. GOMPELS: J. Path. Bact. **67**, 109 (1954). — [11]) HALLAUER, C.: Z. Hyg. Infekt.-Krankh. **113**, 61 (1932).

Die Wirkung von Degranol, Senfnitrogen und Urethan auf die Atmung des Rattenlebergewebes

Bei der Erforschung der pharmakodynamischen Wirkung antimitotischer Stoffe untersuchten wir die Wirkung des Senfnitrogens, des Degranols [1,6-bis-(β-Chloräthylamino)-1,6-desoxy-D-mannit-dichlorhydrat] und des Urethans (Carbamidsäure-äthylester) auf die Gewebsatmung gesunder Ratten, die 24 Std lang gehungert hatten. Die Gewebsatmung der Leberschnitte (0,2 g) untersuchten wir nach der Warburg-Methode in 3 ml m/15 Pufferlösung (pH 7,38). Wir stellten folgendes fest:

1. Der Sauerstoffverbrauch der Rattenleberschnitte wird weder durch Senfnitrogen (50 bis 400 γ pro Warburg-Gefäß) noch durch Degranol (10 bis 200 γ pro Warburg-Gefäß) noch durch Urethan (1 bis 50 mg pro Warburg-Gefäß) wesentlich beeinflußt.

2. Die CO_2-Bildung dagegen wird durch Senfnitrogen und Urethan in geringerem Maße vermindert (Tabelle 1). Deshalb vermindert sich der Respirationsquotient ebenfalls.

Tabelle 1. *Respirationsquotienten bei Anwendung verschiedener Medikamente**)

Degranol			Senfnitrogen			Urethan		
Menge	R.Q.	n	Menge	R.Q.	n	Menge	R.Q.	n
10 γ	0,98	4	50 γ	0,90	5	10 mg	0,65	5
25 γ	0,97	3	100 γ	0,40	9	20 mg	0,69	7
50 γ	0,39	10	200 γ	0,53	6	50 mg	0,76	8
100 γ	0,37	8	400 γ	0,33	5			
200 γ	0,40	7						

*) Menge = Menge des Medikaments pro Gefäß. n = Zahl der Versuche.

Das neuerdings in Verkehr gebrachte Degranol [Naturwiss. **42**, 21, 582 (1955); **43**, 21 (1956)] zeigt viel bessere klinische Resultate auf als das Senfnitrogen. Infolge seiner minderen Toxizität ist es dem Senfnitrogen gegenüber in 10 bis 15fachen Dosen verwendbar, verübt jedoch trotzdem — wie es aus der obigen Tabelle ersichtlich ist — auf die Gewebsrespiration keine mindere Wirkung.

Onkologisches und Biochemisches Institut der Universität zu Marosvásárhely-Tg. Mureş (Rumänien)

A. KISS, CS. HADNAGY, A. EPERJESSY und J. CSEGEDI

Eingegangen am 5. Februar 1958

Zur Wirkung von Thioctsäure auf den Mäuse-Ascites-Tumor

Eine kürzlich erschienene Mitteilung von DI CARLO, MAIMONE und GIORDANO[1]) veranlaßt mich, über Ergebnisse aus dem Jahre 1955 zu berichten. Herr Professor A. LÜTTRINGHAUS, Freiburg i. Br., regte die Untersuchung der Thioctsäure an und stellte mir hierfür ein von ihm hergestelltes Präparat der racemischen Thioctsäure zur Verfügung, wofür ich ihm auch hier nochmals danke. Zur Chemie und Biochemie der Thioctsäure s. [2]). Verwendet wurde der hyperdiploide[3]) Ehrlichsche Mäuse-Ascites-Tumor in der früher ausgearbeiteten Testmethode[4]). Dabei zeigte sich eindeutig eine beschleunigende Wirkung der Thioctsäure auf die Entwicklung des Tumors. Diese gibt sich einmal zu erkennen in der zeitlichen Vorverlegung des Todes der behandelten Tiere im Vergleich zur Kontrollgruppe:

bei 2 mg Thioctsäure 7 statt 14,8 Tage,
bei 0,2 mg Thioctsäure 8 statt 12,2 Tage,
bei 0,02 mg Thioctsäure 10,2 statt 12,8 Tage.

Die von den italienischen Autoren angegebenen Dosen von 15 bzw. 45 mg/kg entsprechen 0,3 bzw. 0,9 mg täglicher Gabe für die Maus von 20 g. Die Autoren weisen auf den erhöhten Zellgehalt des Ascites der mit Thioctsäure behandelten Tiere hin. Besonders drastisch kommt die beschleunigende Wirkung der Thioctsäure in dem Versuch mit 2 mg Thioctsäure zum Ausdruck. Die Versuchstiere zeigten eine ungewöhnlich starke Entwicklung des Ascites-Tumors mit einer täglichen Gewichtszunahme von 2,3 g pro Tag, während sie bei den Kontrolltieren 0,6 g pro Tag betrug. Dieser Wert von 2,3 g pro Tag ist nicht nur außergewöhnlich im Vergleich zu der Kontrollgruppe, sondern stellt auch einen Wert dar, der unter den früher mitgeteilten Werten der täglichen Gewichtszunahme von 200 Ascites-Mäusen niemals vorkommt[4]).

Dieser beschleunigenden Wirkung entspricht eine Erhöhung der mitotischen Tätigkeit in diesem Tumor. Nach der Methode von BRODERSEN[5]) wurde Thioctsäure getestet und eine Erhöhung der Mitoserate nachgewiesen, die im Extremfall eine Steigerung um 700% ausmachte[6]).

Ich habe schon 1941 darauf hingewiesen, wie schwierig es ist, bei einem schnellwachsenden Tumor eine weitere Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit zu erzielen. Die Thioctsäure ist die einzige definierte Substanz, die mir in

unseren Arbeiten mit dem Mäuse-Ascites-Tumor bekanntgeworden ist, mit der man reproduzierbar eine vom Durchschnitt abweichende Beschleunigung des Tumorwachstums erzielen kann [durch Zellbestandteile s. [7])]. Wieweit dies auch für andere Tumoren zutrifft, ist noch offen, jedoch verdient die Thioctsäure sicher größere Beachtung in der Biochemie der Tumoren. Unsere Befunde gehen über die der italienischen Autoren darin hinaus, daß die Thioctsäure nicht nur keine tumorhemmende Wirkung hat, sondern sogar eine wachstumsbeschleunigende. Eine von den Autoren angegebene antimitotische Wirkung der Thioctsäure konnten wir nicht beobachten; eine Vermehrung von Mitosen kann sowohl durch eine Steigerung der mitotischen Tätigkeit als durch die Ansammlung von Mitosen durch Arretierung bestimmter Phasen zustande kommen.

Institut für Experimentelle Krebsforschung der Universität, Heidelberg

HANS LETTRÉ

Eingegangen am 27. Februar 1958

[1]) DI CARLO, V., G. MAIMONE u. G. GIORDANO: Naturwiss. **45**, 44 (1958). — [2]) GRISEBACH, H.: Angew. Chem. **68**, 554 (1956). — [3]) BAYREUTHER, K.: Z. Naturforsch. **7b**, 554 (1952). — [4]) LETTRÉ, H.: Z. f. physiol. Chem. **268**, 59 (1941). — [5]) BRODERSEN, H.: Strahlentherapie **73**, 196 (1943). — [6]) METZGER, K.E.: Diss. Heidelberg 1956. HINCK, E.: Diss. Heidelberg 1956. FIEDLER, M.: Experimente für die Dissertation. — [7]) LETTRÉ, H., F.K. HEMPRICH u. B. SPIRIG: Z. Krebsforsch. **59**, 64 (1953). — LETTRÉ, H., u. H. J. THOM: Naturwiss. **41**, 544 (1954). — Z. Krebsforsch. **61**, 120 (1956).

Use of Hamster Cheekpouch in Cancer Chemotherapy

LUTZ et al[1]) and LEMON et al[2]) have shown that the cheekpouch of the golden hamster offers a unique method for observation of and experimentation on transplantable tumors. The cheekpouch can be easily everted many times and the growing tumor directly observed under a microscope without upsetting a normal physiological condition. For these reasons it was decided to test several known active chemotherapeutic

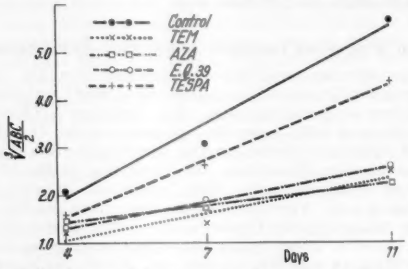


Fig. 1. Subcutaneous injection. The dosages used were: TEM = 125 µg, AZA = 500 µg, E.Q. 39 = 125 µg, Tespa = 200 µg

agents using the cheekpouch technique to determine its usefulness for the screening of substances in cancer chemotherapy. The substances employed were: Triethylenemelamine (Tem), Azaserin (Aza), 3,6-Bis-propoxy-2,5, bisethylenimine-quinone (E.Q. 39) and *N-N'-N''*-Triethylene-Thioposphoramide (Tespa).

The substance to be tested was ground in a hand homogenizer with Special Formula No. 178774 (Upjohn Co.) as the liquid. The suspended material was prepared so that the calculated dose for one animal was contained in 1/10 ml. Fresh material for injection was prepared daily in this manner.

Male golden hamsters, which weighed approximately 100 grams each were inoculated with a 1 mm cube of a methylcholanthrene-induced sarcoma in the right cheekpouch as described by LUTZ et al[1]). Twenty-four hours after implantation of the tumor the animals received the first injection of the substance being tested. The tumors were always transplanted on Monday and the chemotherapeutic substances were injected daily except on the following Saturday and Sunday. The final injection was made 10 days later so that each animal received a total of 8 treatments. Control animals received 8 injections of the vehicle. At four, seven, and eleven days after the experiment began the animals were anesthetized with veterinarian sodium nembutal, the cheekpouch was everted, and the tumor size was measured using an ocular micrometer in the eye piece of a dissecting microscope. Since the tumor grows quite regularly as an ellipsoid, an approximate calculation of its volume is obtained by measuring length (A), width (B), and height (C), and substituting these values in the formula $A\,B\,C/2$ [3]). The cube root of this figure when plotted against days duration of the experiment results in a nearly straight line. Six animals were used as controls and six animals were employed for each substance tested. Each point in the figures represents the average of the measurements on six animals. In all cases the animals showed no weight loss during the experiments and remained healthy and active.

Figures 1 and 2 show that the hamster transplantable sarcoma is sensitive to the four known chemotherapeutic agents tested. The subcutaneous injection method (Figure 1)

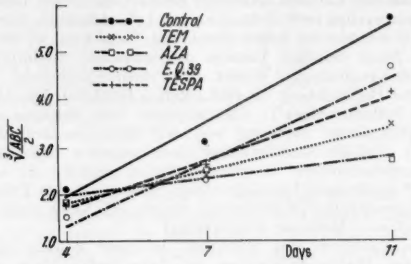


Fig. 2. Intraperitoneal injection. The dosages used were: TEM = 65 µg, AZA = 500 µg, E.Q. 39 = 125 µg, Tespa = 125 µg

appears to be more effective than intraperitoneal administration (Figure 2), both in the final volume of the tumor and in its growth rate as indicated by the slope of the lines in Figures 1 and 2.

The results presented here show that the hamster cheekpouch tumor may be used effectively to test chemotherapeutic agents. The direct measurement of the tumor allows not only accurate observations of the final volume at the completion of the experiment but also observations of growth rate and characteristics during the experiment.

This work was supported by the U.S. Public Health Service Grant No. C 321, an institutional grant from the American Cancer Society and the Jane Coffin Childs Memorial Fund. The authors are indebted to Prof. Dr. B.R. LUTZ of Boston University for the hamster tumor used for transplantation and to Prof. Dr. G. DOMAGK of Farbenfabriken Bayer A.G., Leverkusen, Germany, for a generous gift of E. Q. 39.

Worcester Foundation for Experimental Biology, Shrewsbury, Mass.

DEAN F. STEVENS and ERWIN SCHWENK

Eingegangen am 28. Februar 1958

[1]) LUTZ, B.R., G.P. FULTON, D.I. PATT, A.H. HANDLER and D. F. STEVENS: Cancer Res. **11**, 64 (1951). — [2]) LEMON, H. M., and E. SMAKULA: Cancer Res. **15**, 278 (1955). — [3]) The formula $A\,B\,C/2$ was derived as an approximation from the exact formula $(4\pi/3)\,A\,B\,C/8$.

Zur Funktion des Parietalauges der Blindschleiche Anguis fragilis (Reptilia; Lacertilia, Anguidae)

Das Parietalauge ist ein bei manchen Reptilien (Rhynchocephalen, vielen Lacertiliern) unter dem Foramen parietale noch gut sichtbares Organ in der Scheitelregion. Seine Ontogenese (dorsale Ausstülpung des Diencephalon) und sein Bau (unter anderem mit Sinnesepithel) kennzeichnen es auch als Sinnesorgan oder doch als rudimentiertes Sinnesorgan. Beobachtungen an der Brückenechse *(Sphenodon)* und Befunde an verschiedenen Eidechsen *(Anolis, Uromastix, Varanus)* machen es wahrscheinlich, daß das Scheitelauge neben einer inkretorischen[1]) eine Licht-[2]) und auch eine Wärmesinnesfunktion[3]) haben kann. Über die Funktion des Parietalauges der Blindschleiche liegen bisher nur wenige und widersprechende Beobachtungen vor [SPENCER, LEYDIG, zit. nach NOWIKOFF[4])].

Wir haben in zahlreichen Wahlexperimenten versucht, die angenommenen Sinnesfunktionen des Scheitelauges bei der Blindschleiche zu klären. Die bei höheren Lichtintensitäten (Sonnenlicht, Bogenlampe) negative Phototaxis der normalen Blindschleiche ist beim geblendeten Tier (Seitenaugen lackiert), bei dem das Parietalauge funktionierend gedacht werden muß,

nicht mehr nachzuweisen. Positive Thermotaxis ist beim unbehandelten Tier, ist aber auch beim geblendeten und beim total pinealektomierten Tier vorhanden. Der differenzierende Wahlversuch war ein solcher, in dem normale Blindschleichen dunkle Kästen gegenüber hellen, warme gegenüber kalten gesichert bevorzugten, in dem geblendete Tiere nur die letztgenannte Bevorzugung trafen, in der ersten Alternative sich aber indifferent verhielten, so daß eine Lichtsinnesfunktion des Parietalauges nicht nachgewiesen werden konnte. Licht- und Wärmereize wurden mit Hilfe von Durchströmungsfiltern bzw. Heizplatten getrennt gesetzt. — Daß das Parietalauge der Blindschleiche auch nicht als Thermorezeptor funktioniert, wurde durch Atmungsversuche erwiesen. LANGLOIS[3]) hat bei *Uromastix acanthinurus* und *Varanus arenarius* eine Wärmeregulation entdeckt (Wüstentiere!), deren Rezeptor und Regulationszentrum er im Parietalauge [dessen Noch-Existenz aber bei diesen beiden Echsenarten keineswegs erwiesen ist; vgl. [5])] lokalisiert glaubte. Bei der intakten Blindschleiche erfolgt der Anstieg der Respirationsbewegungen von 20 bis 36° C parallel dem Temperaturanstieg, dann steigen die Atembewegungen um weniges schneller als die Temperatur. Bei 38 bis 39° C tritt zunächst Wärmestarre und dann der Tod ein. Bei Blindschleichen, deren Parietalauge mit einem Wassertropfen „isoliert" oder deren Scheitelauge entfernt worden war, erhielten wir durchaus die gleichen Respirationskurven wie bei den unbehandelten Tieren. In Wärmereiz-Reaktionszeitmessungen (an 25 Tieren) zeigte sich die gesamte Kopfregion von *Anguis fragilis* weit thermosensibler als die übrigen Körperregionen (Rumpf, Schwanz). Die Werte blieben bei Tieren, deren Parietalauge elektrokaustisch zerstört wurde, die gleichen. Das Scheitelauge der Blindschleiche hat also weder eine photo- noch eine thermorezeptorische Funktion. — Unsere Befunde scheinen in Widerspruch zu denen NOWIKOFFS[4]) zu stehen, der eine belichtungsabhängige Pigmentwanderung in den „Retina"-Zellen des Parietalauges der Blindschleiche fand, was zeigt, daß die „Sinnes"-Zellen des Scheitelauges distinkt auf Licht/Dunkelheit ansprechen. Die Innervation des Parientalauges ist aber bei der Blindschleiche eindeutig nur an Embryonen (und Jungtieren?) nachgewiesen[6]); bei adulten Tieren glaubt NOWIKOFF sie nur ein einziges Mal gesehen zu haben. Wir haben unsere Experimente daher sowohl mit (etwa 14 Tage alten) Jungtieren als auch mit Adulten gleichermaßen durchgeführt, ohne aber Reaktionsunterschiede zu finden. — Die Innervationsverhältnisse sind also erneut zu überprüfen. Zunächst scheint es uns möglich, daß die rezipierende Peripherie des Organs (die „Seh"-Zellen) funktioniert, daß aber die Verbindung zum Zentralnervensystem innerhalb der Ontogenese verlorengeht, das Parietalauge also rudimentiert ist. Sollte die histologische Nachuntersuchung eine intakte Innervation des Pinealkomplexes beim jungen oder auch beim erwachsenen Tier ergeben, sollen sich elektrophysiologische Untersuchungen anschließen, bei denen wir hoffen, mit weit geringeren Lichtintensitäten arbeiten zu können, die es uns gestatten, den Wärmefaktor von vornherein zu vernachlässigen.

Zoologisches Institut der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz

CHRISTA ROTH und RUDOLF BRAUN

Eingegangen am 25. Februar 1958

[1]) CLAUSEN, H. J., u. E. G. PORRIS: Anat. Rec. **69**, 39 (1937). — [2]) CLAUSEN, H. J., u. B. MOFSCHIN: J. Cellul. a. Comp. Physiol. **14**, 29 (1939). — [3]) LANGLOIS, J. P.: J. Physiol. Pathol. gén. **4** (1902). — [4]) NOWIKOFF, M.: Biol. Zbl. **27** (1907). — [5]) BOVERI, V.: Acta zool. [Stockholm] **6** 1 (1925). — [6]) FRANCOTTE, P.: Bull. Acad. roy. Méd. Belg., Sér. III, **14**, 810 (1887).

Besprechungen

Eck, B.: Technische Strömungslehre. 5. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1957. Gr.-8°. X, 422 S. u. 407 Abb. Gzl. DM 29.40.

Die 1940 zum ersten Mal erschienene „Technische Strömungslehre" von ECK liegt nun in der 5. Auflage vor, die sich von der 1953 herausgekommenen 4. Auflage nur unwesentlich unterscheidet. Das Buch ist nach den Worten des Verf. als eine Strömungslehre für den Praktiker gedacht, also wohl hauptsächlich für Ingenieure, aber auch für Naturwissenschaftler, die sich bei ihrer Arbeit mit strömungstechnischen Aufgaben befassen müssen. Dementsprechend steht die Ordnung des in jahrzehntelanger Arbeit gesammelten und in vielen Einzelveröffentlichungen verstreuten Erfahrungsmaterials der neueren Strömungslehre in einer für die Praxis brauchbaren Form im Vordergrund.

Nach einem einleitenden Abschnitt über Hydrostatik werden in dem folgenden Abschnitt „Bewegungslehre" die Grundgleichungen für stationäre und instationäre, drehungsfreie und mit Drehung behaftete Strömung erörtert. Ihrer Bedeutung entsprechend wird die Bernouillische Gleichung mit ihren Folgerungen eingehend behandelt. Nach der Betrachtung von Wirbelbewegung und Zirkulation werden die durch einfache Singularitäten (Quelle, Senke, Wirbel) erzeugten Potentialströmungen und ihre Überlagerung erörtert und graphische Methoden zur Konstruktion ebener und drehsymmetrischer Strömungsbilder mitgeteilt. Anschließend wird der Impulssatz mit verschiedenen Anwendungen (Tragflügelgitter, Stoßverlust) diskutiert. Der darauf folgende Abschnitt ist mit „Einfluß der Reibung bei ablösungsfreien Strömungen" überschrieben und enthält nach einem Exkurs über Schmiermittelreibung eine eingehende Behandlung der Strömungserscheinungen in glatten und rauhen Rohren sowie an glatten und rauhen ebenen Platten. Weiter wird die Strömung durch Schüttgüter erörtert und außerdem werden Angaben über Freistrahlen und über die Strömungsvorgänge in Verbrennungsräumen gemacht. Es folgt ein Abschnitt über „Das Ablösungsproblem", in dem die Strömungen in Diffusoren, Krümmern, Ventilen, Rohrleitungen mit unstetigen Querschnittsänderungen, rotierenden Kanälen usw. sowie der Strömungswiderstand bei abgelöster Strömung behandelt werden. Der nächste Abschnitt bringt im wesentlichen Strömungsvorgänge in Staubabscheidern, Zyklonen und ähnlichen Apparaten. Es schließen sich Abschnitte über die „Strömung um Schaufeln und Profile" (Tragflügeltheorie), über „Hilfsmittel zur Vermeidung der Ablösung" (Absaugen, Ausblasen), über „Kavitation" und ein kurzer Überblick über die „Gasdynamik" an. Den Abschluß des Buches bildet ein Abschnitt über „Strömungstechnische Messungen" mit einer Diskussion der gebräuchlichsten Meßinstrumente und mit Angaben über die Durchflußzahlen, Toleranzgrenzen usw. von Normdüsen, Normblenden und Normventuridüsen. Dieses Kapitel wird jedem willkommen sein, der sich praktisch mit strömungstechnischen Messungen beschäftigt.

Der Wert des Buches liegt zweifellos in der reichhaltigen Sammlung von Material, in den vielen Figuren und Gebrauchsdiagrammen und in den vielen Literaturzitaten, an Hand deren sich jeder tiefer Interessierte weiter in das betreffende Gebiet einarbeiten kann. Die weite Verbreitung der vorangegangenen Auflagen der „Technischen Strömungslehre" ist wohl ein Beweis dafür, daß nach einem Buch seiner Art und seiner Zielsetzung ein starkes Bedürfnis besteht. Gerade dies sollte aber nach Ansicht des Ref. Anlaß zu besonderer Sorgfalt und begrifflicher Klarheit bei der Abfassung eines solchen Buches sein. Leider ist es damit bei der „Technischen Strömungslehre" nicht immer zum Besten bestellt. Es dürfte z. B. wohl kaum zur Klarheit beitragen, wenn auf S. 17 der statische Druck als „Druck senkrecht zur Strömungsrichtung", der Gesamtdruck als „Druck in Strömungsrichtung" definiert wird, oder wenn auf der gleichen Seite das als „Stromlinie" bezeichnet wird, was nach allgemeinem Brauch „Bahnlinie" heißt. Bei den hier betrachteten instationären Strömungen fallen Strom- und Bahnlinien nicht zusammen und können außerdem beide nicht durch „feste, reibungsfreie Wände" ersetzt werden. Ein paar Seiten weiter wird auf recht unbedenkliche Weise geschlossen, daß die rechten Seiten der Gleichungen (19) und (20) konstant sind, während nirgends ausdrücklich gesagt wird, daß man an dieser Stelle nur auf die Konstanz längs einer Stromlinie schließen kann. Erst auf S. 38 bzw. S. 44 (im Kleindruck!) erfährt man, unter welchen Bedingungen die „Konstante" in Gleichung (19) bzw. (20) im ganzen Strömungsfeld wirklich konstant ist. Die Behauptung, daß bei „vollkommen laminarer Strömung die Trägheitskräfte ganz vernachlässigt werden können" (S. 78) ist ebenso falsch, wie die Feststellung auf S. 95, daß der Impulssatz in der dort angegebenen Formulierung immer gilt; schon bei instationärer Strömung ist das nicht mehr der Fall.

Es bleibt weiter unklar, wie die Behauptung, daß bei Turbulenz der Druckverlust einer Rohrströmung *durchweg* quadratisch von der Geschwindigkeit abhängt (S. 118), am Beginn eines Kapitels stehen kann, in dem bewiesen wird, daß diese Abhängigkeit in wichtigen Fällen nicht genau quadratisch ist. Diese Unklarheit wird auch nicht durch eine so verschwommene Formulierung wie „bei rauhen Rohren ist das Gebiet der „reinen Turbulenz" erreicht, wo das rein quadratische Widerstandsgesetz gilt" (S. 128), beseitigt. Die Begriffe Instabilität und Umschlag der Grenzschicht sowie Umschlag und Ablösung werden verschiedentlich miteinander verwechselt (S. 168 und S. 171), die Ablösung setzt auch nicht immer „dort ein, wo das Geschwindigkeitsprofil einen Wendepunkt hat" (S. 190). Erstaunlich ist es, daß sich manche Unrichtigkeit von der 1. bis zur 5. Auflage unverändert erhalten konnte (so z. B. Gleichung (219) auf S. 362 oder die Prandtlsche Beziehung von S. 367, die in der dort angegebenen Form gar keinen Sinn hat, weil nirgends gesagt wird, daß unter a hier die beim Verdichtungsstoß unveränderliche kritische Schallgeschwindigkeit zu verstehen ist, während sonst mit a die Schallgeschwindigkeit überhaupt bezeichnet wird).

Diese willkürlich herausgegriffenen Beispiele mögen zeigen, daß eine sorgfältigere Überarbeitung des Textes sicher nicht fehl am Platze wäre. Bei einer solchen Überarbeitung sollte man auch mit Rücksicht auf die Benutzer aus der Praxis, für die das Buch doch gedacht ist, etwas mehr Mühe auf Einheitlichkeit der Bezeichnungen verwenden und z. B. nicht auf ein und derselben Seite für ein und dieselbe Größe ohne ersichtlichen Grund zwischen verschiedenen Bezeichnungen wechseln (z. B. ϱ oder γ/g für die Dichte oder c und V für die Geschwindigkeit). Außerdem sollten Größen, die einander proportional sind, nicht durch Gleichheitszeichen verbunden werden. Schließlich ließe sich auch noch mancher Druckfehler vermeiden (Unterschrift von Fig. 25!).

Mit diesen kritischen Bemerkungen sollen die unbestrittenen Verdienste des Eckschen Buches nicht geschmälert werden. Die 5. Auflage wird wie die vorhergehenden auch einen großen Kreis von Benutzern finden, aber es wäre gut, wenn zumindest die etwas tiefergehend Interessierten das Buch mit einer gewissen kritischen Vorsicht gebrauchten.

ERNST BECKER (Göttingen)

Atomic Energy and Agriculture. A symposium presented on December 27—29, 1955, at the Atlanta Meeting of the American Association for the Advancement of Science and cosponsored by the Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, under contract with the United States Atomic Energy Commission. (Publication No. 49 of the American Association for the Advancement of Science). Washington, D. C. 1957. X, 450 S., u. 44 Fig. $ 9.50.

Das Buch enthält den wesentlichen Inhalt von 22 Vorträgen, die im Dezember 1955 auf dem im Titel genannten Symposium gehalten wurden. Diese Tagung verfolgte die Absicht, die bei der Anwendung der Atomenergie in der landwirtschaftlichen Forschung bisher erzielten Erfolge einem größeren interessierten Gremium bekanntzugeben. Durch kritische Sammelreferate über die verschiedensten Forschungsrichtungen sollten neue Anregungen gegeben und zusätzliches Interesse für die neuen Verfahren und Methoden geweckt werden.

Die ersten 5 Vorträge beschäftigen sich mit den Beziehungen zwischen Boden und Pflanze. M. FRIED berichtet über die Bestimmung des Nährstoffvorrats im Boden mit Hilfe von radioaktiven Düngemitteln. L. E. ENSMINGER und R. W. PEARSON besprechen in ihrem Referat Versuche mit radioaktiven Isotopen der Hauptnährstoffe zur Aufklärung der Wirksamkeit von Düngungsmaßnahmen. D. W. THORNE und H. H. WIEBE ergänzen diese Darstellung in bezug auf die Spurenelemente. Untersuchungen über die Wurzelentwicklung verschiedener Kulturpflanzen und ihre Beeinflussung durch Umweltfaktoren werden in einem Referat von G. W. BURTON behandelt. Neben diesen ausschließlich auf der sog. Indikator- oder Tracer-Methode beruhenden Arbeiten werden aber auch Forschungsaufgaben geschildert, bei welchen radioaktive Isotope als starke Strahlenquellen Verwendung finden. Das gilt unter anderem für das Referat von W. A. RANEY und M. D. THORNE, in dem neben anderen bodenphysikalischen Untersuchungen die Bestimmung der Bodendichte durch Messung der Gamma-Strahlenabsorption und die Messung der Bodenfeuchtigkeit durch Feststellung der Reflexion und Abbremsung von Neutronen erläutert wird.

Mehrere Vorträge befassen sich mit der Stoffwechselphysiologie. Einem ausführlichen Referat von N. E. TOLBERT über den Stand der Photosyntheseforschung und ihre Förderung durch die Anwendung von Isotopen folgen Berichte von R. MACVICAR, C. A. SWANSON, S. H. WITTWER, J. W. MITCHELL und P. J. LINDER über den Stoffwechsel des Stickstoffs (einschließlich der Eiweißsynthese), über die Umlagerung und den Transport organischer Verbindungen (Zucker, Aminosäuren, Hormone, Fermente) sowie über die Aufnahme von Nährstoffen durch oberirdische Pflanzenteile, wobei im Hinblick auf den Schutz der Bevölkerung vor Strahlenschäden die Aufnahme von Atombombenspaltprodukten besonders berücksichtigt wird.

Die Strahlenverwendung in der Pflanzenzüchtung wird von W. R. SINGLETON an den Beispielen Gerste und Mais erläutert. Hierbei wird ein breiter Raum den älteren, aber grundlegenden Arbeiten mit Röntgenstrahlen gewidmet, während der Fortschritt der letzten 10 Jahre durch eine eingehende Besprechung von Bestrahlungsversuchen auf dem sog. „Gamma-Feld" des Brookhaven National Laboratory deutlich gemacht wird.

Die große Bedeutung der Tracer-Methode für die Entomologie wird von D. W. JENKINS durch zahlreiche Forschungsergebnisse belegt. Es werden unter anderem erwähnt die Kontrolle der Reichweite und der Verbreitung von Schadinsekten durch radioaktive Markierung, die Bestimmung der Größe von Populationen durch das Aussetzen markierter Tiere, die Erforschung der Krankheitsübertragung und die Prüfung der Wirkungsweise von Insektiziden. Außerdem wird die massive Bestrahlung von lebenden und toten Objekten zur Entseuchung oder Sterilisation geschildert.

Tierernährung und Haustierphysiologie kommen in Vorträgen von G. K. DAVIS, C. L. COMAR und R. H. WASSERMAN, J. C. SHAW und S. LAKSHMANAN und J. A. STEKOL zu Wort. Aus folgenden Arbeitsgebieten werden Ergebnisse berichtet: Mineralstoffe und Spurenelemente im tierischen Stoffwechsel, die Produktion von Milchfett, Milcheiweiß und Milchzucker, die Beziehungen zwischen Laktation und Hormonen, die Aminosäuresynthese im tierischen Organismus.

Die letzten 6 Referate (H. R. KRAYBILL, B. E. PROCTOR und S. A. GOLDBLITH, L. E. BROWNELL, J. V. NEHEMIAS und S. N. PUROHIT, B. C. JOHNSON, M. S. READ und H. F. KRAYBILL, R. G. H. SIU) befassen sich mit der Strahlenanwendung zur Sterilisation von Nahrungs- und Futtermitteln. Es werden die technischen Voraussetzungen, die Planung und die Kosten derartiger Maßnahmen besprochen und die auftretenden biochemischen, medizinischen und ernährungsphysiologischen Probleme diskutiert. Weiter wird auf die Vorzüge einer derartigen Lebensmittelkonservierung sowohl hinsichtlich des äußeren Eindrucks, des Geschmacks und des Geruchs der Konserven als auch hinsichtlich der außerordentlichen Kostenersparnis gegenüber den herkömmlichen Konservierungsverfahren des Einkochens oder des Gefrierens hingewiesen.

Das Buch wendet sich ausdrücklich an Wissenschaftler, an Fachleute in der Verwaltung und an Studenten. Die Darstellung ist so gründlich und zugleich leicht verständlich, daß der angesprochene umfangreiche Personenkreis — sofern er mit der Materie noch nicht vertraut ist — aus der Lektüre des Buches großen Nutzen ziehen wird. Besonders hervorzuheben ist, daß bei der Schilderung der neuen Verfahren nach Möglichkeit an die älteren, bekannten Methoden angeknüpft wird und daß jedem Referat ein zum Teil sehr umfangreiches Literaturverzeichnis zum vertieften Studium beigefügt ist.

A. SCHEIBE (Göttingen)

Berichtigungen

Zu der Kurzen Originalmitteilung „Passivity to Corrosion Induced by Chemical Surface Treatments" von K. S. RAJAGOPALAN and K. S. G. DOSS [Naturwiss. **44**, 631 (1957)]: Die Zeilen 12/13 sollen lauten: „times — have been made in 0·001 N potassium chloride solution and 3% sodium chloride solution respectively."

Zu der Kurzen Originalmitteilung „Respirationsmessung als Nachweis der Umwandlung von Steroiden bei Mikroben" von A. ČAPEK, H. PAVLŮ und O. HANČ [Naturwiss. **45**, 89 (1958)]: In Tabelle 1 ist das erste Ausgangssteroid Progesteron (nicht Ergosteron).

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35 Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

Das Glas im chemischen Laboratorium

Von

Dr.-Ing. **Fritz Friedrichs**

Zweite, verbesserte Auflage

Mit 175 Abbildungen. VIII

144 Seiten. Gr.-8°. 1954

Ganzleinen DM 16.50

Springer-Verlag/Berlin · Göttingen · Heidelberg

LANGE & SPRINGER

Wissenschaftliche Buchhandlung, Berlin W 35

Wir suchen zu kaufen:

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften

Vollständige Reihen

Auch Angebote kleinerer Teilserien sind jederzeit erwünscht

Soeben erschien:

Leybold Vakuum-Taschenbuch

Herausgegeben von **K. Diels** und **R. Jaeckel.** Mit 233 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. VIII, 270 Seiten Gr.-8°. 1958. Ganzleinen DM 39.—

Inhaltsverzeichnis: Zusammenstellung wichtiger gaskinetischer Formeln und Tabellen. — Allgemeine Begriffe und Symbole der Vakuumtechnik. — Richtlinien für die Pumpenauswahl. — Der Gasballast. — Absaugen von Dämpfen, Kondensoren. Dampffallen (Baffles). — Strömungswiderstände. — Vakuum-Zubehör. Nomographische Darstellung der Vorgänge in Vakuumapparaturen. — Vakuum-Meßinstrumente, Undichtigkeiten und Lecksuchgeräte. — Hochvakuumverfahren: Aufdampfen dünner Schichten. Metallurgie. Imprägnierung. Feinvakuumdestillation, Gefriertrocknung. — Werkstoffe, Dampfdrucke, Siedepunkte, Schmelzpunkte, Gasdurchlässigkeit usw. — Gasabgabe und Getterung: Gasabgabe von festen Stoffen. Gasabgabe von hochsiedenden Flüssigkeiten. Gasaufzehrung durch Getter. — Anwendungsgebiete von Hochvakuumpumpen und -anlagen. Thermodynamik der Düsenvorgänge und Überschallströmung. — Literaturverzeichnis. — Sachverzeichnis.

Von den Herausgebern ist K. Diels Leiter der wissenschaftlichen Entwicklungsabteilung für die Hochvakuumtechnik der Firma E. Leybolds Nachfolger, Köln, und R. Jaeckel a. ö. Professor für Experimentalphysik an der Universität Bonn.

Aus dem Vorwort: In den letzten Jahrzehnten ist in der Vakuumtechnik der Schritt von der rein empirischen Behandlung der Probleme zu einer technischen Wissenschaft mit quantitativer Bearbeitung der anstehenden Fragen erfolgt. Die heute für die zahlenmäßige Berechnung von Vakuumanlagen und Vakuumaufgaben erforderlichen Unterlagen sind aber über eine Vielzahl in- und ausländischer Zeitschriften, Buchveröffentlichungen und Firmenkatalogen verstreut. Infolgedessen ist es für den einzelnen mühevoll, zeitraubend und äußerst schwierig, die notwendigen Zahlenangaben aufzufinden. Daher erschien eine Zusammenstellung des für den Gebrauch notwendigen Zahlenmaterials in derselben Weise nützlich, wie dies in anderen Disziplinen schon mit gutem Erfolg geschehen ist.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Handbuch der Physik
Encyclopedia of Physics

Herausgegeben von

S. Flügge

Marburg, Deutschland

54 Bände

Mit Beiträgen in deutscher, englischer und französischer Sprache
Jeder Band ist einzeln käuflich

Soeben erschien:

in Gruppe VIII

Kernphysik

Nuclear Physics

(Umfaßt die Bände XXXVIII—XLV)

Band XLV

Instrumentelle Hilfsmittel der Kernphysik II
Nuclear Instrumentation II

Mitherausgeber **E. Creutz**

Mit 293 Figuren. VII, 544 Seiten Gr.-8°. 1958

Ganzleinen DM 128.—

Subskriptionspreis Ganzleinen DM 102.40

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes werden Subskriptionspreise gewährt.

Inhaltsübersicht: **Ionization Chambers in Nuclear Physics.** By H. W. Fulbright, Rochester, New York (USA). — **Geiger Counters.** By Serge A. Korff, New York, USA. — **Scintillation and Čerenkov Counters.** By William E. Mott and Roger B. Sutton, Pittsburgh, Pa. (USA). — **The Proportional Counter as Detector and Spectrometer.** By S. C. Curran, Aldermaston, Berkshire (Great Britain). — **The Coincidence Method.** By S. D. Benedetti and R. W. Findley, Pittsburgh, Pa. (USA). — **Cloud Chambers.** By Carl M. York, Chicago, Ill. (USA). — **The Bubble Chamber.** By Donald A. Glaser, Michigan (USA). — **Nuclear Emulsions.** By Maurice M. Shapiro, Washington (USA). — **Detection of Neutrons.** By H. H. Barschall, Madison, Wisconsin (USA). — **High Energy Neutron Detectors.** By R. T. Siegel, Pittsburgh, Pa. (USA). — Sachverzeichnis (Deutsch—Englisch). — Subject Index (English—German).

Im Mai 1958 erscheint in **Gruppe III**

Mechanisches und thermisches Verhalten der Materie

Mechanical and thermal behaviour of matter

(Umfaßt die Bände VI—XV)

Band VI

Elastizität und Plastizität
Elasticity and Plasticity

Mit etwa 254 Figuren. Etwa 650 Seiten Gr.-8°. 1958

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 116.—

Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 145.—

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes gilt der Vorbestellpreis auch nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis, jedoch ist jeder Band einzeln zum Ladenpreis käuflich

Inhaltsübersicht: **The Classical Theory of Elasticity.** By I. N. Sneddon, Glasgow, Great Britain, and D. S. Berry, Nottingham, Great Britain. — **Photoelasticity.** By H. T. Jessop, London, Great Britain. — **The Mathematical Theories of the Inelastic Continuum.** By A. M. Freudenthal, New York/N.Y., USA., and H. Geiringer, Norton/Massachusetts, USA. — **Rheology.** By M. Reiner, Haifa, Israel. — **Fracture.** By G. R. Irwin, Washington, USA. — **Fatigue.** By A. M. Freudenthal, New York/N.Y., USA. — Sachverzeichnis (Deutsch—Englisch). Subject Index (English—German).

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG